



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL
JL.RAYA JEMURSARI - JL. JEMUR ANDAYANI
DENGAN ADANYA PEMBANGUNAN
BOX CULVERT**

MOCHAMMAD RIZKY KURNIAWAN
NRP 3114 030 024

WILDANY ARIF ARDIAN
NRP 3114 030 027

Dosen Pembimbing:
AMALIA FIRDAUS MAWARDI, ST., MT.
NIP 19770218 200501 2 002

PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL
JL. RAYA JEMURSARI - JL. JEMUR ANDAYANI
DENGAN ADANYA PEMBANGUNAN
BOX CULVERT**

**MOCHAMMAD RIZKY KURNIAWAN
NRP 3114 030 024**

**WILDANY ARIF ARDIAN
NRP 3114 030 027**

**Dosen Pembimbing:
AMALIA FIRDAUS MAWARDI, S.T., M.T.
NIP 19770218 200501 2 002**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

FINAL PROJECT - RC 145501


EVALUATION OF SIGNALIZED INTERSECTION JL. RAYA JEMURSARI - JL. JEMUR ANDAYANI WITH THE CONSTRUCTION OF BOX CULVERT

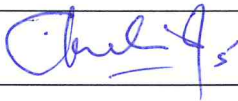
MOCHAMMAD RIZKY KURNIAWAN
NRP 3114 030 024


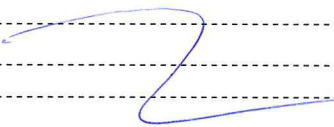
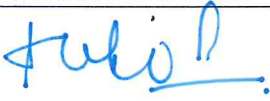
WILDANY ARIF ARDIAN
NRP 3114 030 027


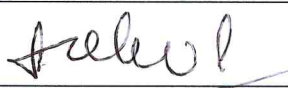
Dosen Pembimbing:
AMALIA FIRDAUS MAWARDI, S.T., M.T.
NIP 19770218 200501 2 002

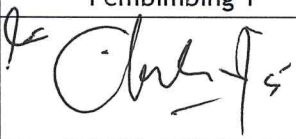
**DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
VOCATIONAL FACULTY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

	BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR TERAPAN DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI-ITS	Nomor Agenda : 037713/IT2.VI.8.1/PP.06.00 /2017
	PROGRAM DIPLOMA III KOSENTRASI BANGUNAN TRANSPORTASI	Tanggal Ujian : 5 Juli 2017

Judul Proyek Akhir	Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Raya Jemursari - Jalan Jemur Andayani Surabaya dengan Adanya Pembangunan Box Culvert		
Nama Mahasiswa 1	M. Rizky Kurniawan	NRP	3114030024
Nama Mahasiswa 2	Wildany Arif A.	NRP	3114030027
Dosen Pembimbing 1 NIP: 19770218 200501 2 002	Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2 NIP:		Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
✓ 1. PERBAIKAN Alternatif tanpa Baris LTOR. Terdapat lagi → Optimalisasi	 Ir. Rachmad Basuki, MS. NIP: 19641114 198903 1 001
	Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT. NIP. 19770218 200501 2 002
1. Perbaikan segmen setelah perbaikan simpang	 Ir. Djoko Sulistiono, MT. NIP. 19541002 198512 1 001
	NIP.

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
	-		
Ir. Rachmad Basuki, MS. NIP: 19641114 198903 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT. NIP. 19770218 200501 2 002	Ir. Djoko Sulistiono, MT. NIP. 19541002 198512 1 001	NIP.

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
			
	Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT. NIP: 19641114 198903 1 001	NIP.	NIP.



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Mochammad Rizky Kurniawan 2 Wildany Arif Ardian
NRP : 1 3114030024 2 3114030027
Judul Tugas Akhir : Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Raya Jemursari - Jalan Jemur Andayani dengan adanya pembangunan Box Culvert
Dosen Pembimbing : Amalia Firdaus Mawardi, ST, MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
10.	20 Juni 2017.	1. Masukan Regresi jumlah penduduk				
		2. Hasil perhitungan volume Weekend				
		3. Perbaiki gambar LEV dan LAV		B	C	K
		4. Nama Pendekat diganti dengan nama jalan.		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.	22 Juni 2017	Trial Kanalisasi untuk Jalur kendaraan berat		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

LEMBAR PENGESAHAN

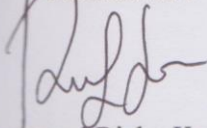
EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL JL. RAYA JEMURSARI – JL. JEMUR ANDAYANI DENGAN ADANYA PEMBANGUNAN BOX CULVERT

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

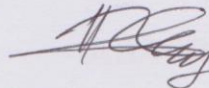
Mahasiswa I



Mochammad Rizky Kurniawan

3114030024

Mahasiswa II



Wildany Arif Ardian

3114030027



Disetujui Oleh Dosen Pembimbing

Tugas Akhir Terapan:

18 JUL 2017

AMALIA FIRDAUS MAWARDI, S.T., M.T

19770218 200501 2 002

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL JALAN RAYA JEMURSARI – JALAN JEMUR ANDAYANI DENGAN ADANYA PEMBANGUNAN BOX CULVERT

Nama Mahasiswa 1 : Mochammad Rizky Kurniawan
NRP : 3114030024
Nama Mahasiswa 2 : Wildany Arif Ardian
NRP : 3114030027
Dosen Pembimbing : Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT
NIP : 19770218 200501 2 002

ABSTRAK

Simpang Jalan Raya Jemursari – Jemur Andayani adalah salah satu dari sekian banyak simpang di Kota Surabaya yang memiliki permasalahan lalu lintas sehingga, terdapat pembangunan box culvert baru pada simpang. Dimana dalam jam-jam tertentu tepatnya jam sibuk seperti pagi hari, siang hari dan sore hari, masalah lalu lintas sering terjadi. Salah satu penyebab masalah lalu lintas pada persimpangan ini adalah adanya penyempitan jalan pada segmen Jalan Jemursari Barat menuju arah Jalan Ahmad Yani. Dengan demikian pemerintah kota Surabaya melakukan pembangunan box culvert pada sisi selatan jalan Jemursari Barat guna memperlebar segmen pada jalan tersebut. Sehingga, perlu dilakukan evaluasi simpang.

Analisa persimpangan untuk kondisi eksisting (2017) dan 5 tahun mendatang (2022) menggunakan MKJI 1997 dan program bantuan KAJI 2001. Analisa ini diawali dari pengumpulan data-data jumlah penduduk, tata guna lahan dan pertumbuhan bangkitan jumlah kendaraan yang diperoleh dari Badan Perencanaan Pembangunan Kota dan Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil sebagai data sekunder, sedangkan untuk data primer didapat dari hasil survey di lapangan.

Pada kondisi eksisting tahun 2017 persimpangan Jalan Raya Jemursari – Jalan Jemur Andayani memiliki yaitu LOS E dengan tundaan rata-rata simpang sebesar 50,02 det/smp pada puncak jam pagi hari kerja, LOS D dengan tundaan rata-rata simpang sebesar 38,05 det/smp pada puncak jam siang hari kerja dan LOS F dengan tundaan rata-rata sebesar 69,26 det/smp pada puncak jam sore hari kerja. Selanjutnya melakukan alternatif perbaikan persimpangan yaitu dengan mengubah geometrik dan pengaturan fase dan didapatkan tingkat pelayanan D dengan tundaan rata-rata simpang sebesar 27,42 det/smp pada puncak pagi. Dengan menggunakan alternatif tersebut, persimpangan dianalisis dengan menggunakan volume lalu lintas untuk 5 tahun ke depan dan didapatkan LOS D untuk tahun 2018-2022.

Kata Kunci: Simpang Bersinyal, MKJI 1997, KAJI 2001.

FINAL PROJECT

EVALUATION OF SIGNALIZED INTERSECTION RAYA JEMURSARI – JEMUR ANDAYANI STREET WITH THE CONSTRUCTION OF BOX CULVERT

Student 1	: Mochammad Rizky Kurniawan
NRP	: 3114030024
Student 2	: Wildany Arif Ardian
NRP	: 3114030027
Lecturer	: Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT
NIP	: 19770218 200501 2 002

ABSTRACT

The intersection Raya Jemursari – Jemur Andayani is one of the many intersections in Surabaya which have traffic problems therefore, there some a new construction of box culvert on that intersection. Where in certain hours like morning peak hours, day peak hours and afternoon peak hours traffic problems often occur. One of the causes traffic problems on this intersection is the narrowing of the road segment of the Jemursari West towards the direction of Ahmad Yani. Accordingly, the Government of the city of Surabaya construct some box culvert on the South side of the Road West to widen the Jemursari segment in the path. Therefore, it need to be evaluated.

Intersection analysis for existing conditions (2017) and 5 years after (2022) used MKJI 1997 and program KAJI 2001. This analysis starts with population data, land use and growth of the vehicles whichs obtained from City Development Planning Board and Department of Population and Civil Registry as secondary data, while for primary data obtained from the survey results on the field.

Results, existing condition (2017) of Raya Jemursari – Jemur Andayani street has LOS E with Delay Intersection 50,02 sec/pcu for morning peak hour, LOS D with Delay Intersection

38,05 sec/pcu for day peak hour and LOS F with Delay Intersection 69,26 sec/pcu for afternoon peak hour. Then, this signalized intersection improved by changing the geometric intersection and the phase of intersection and obtained LOS D with Delay Intersection 27,42 sec/pcu at morning peak hour. By using that alternative, intersection analyzed with traffic volume for 5 years (2018-2022) and obtained LOS D in 2018 – 2022.

Keywords: Signalized Intersection, MKJI 1997, KAJI 2001.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Umum	1
1.2 Latar Belakang.....	1
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Manfaat	3
1.7 Denah Lokasi	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Umum	5
2.2 Landasan Teori Berdasarkan MKJI 1997	5
2.3 Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal	6
2.3.1 Data masukan.....	6
2.3.2 Penggunaan sinyal	10
2.3.3 Penentuan waktu sinyal.....	12
2.3.4 Perilaku lalu lintas.....	19

2.4	Prosedur Perhitungan Jalan Perkotaan (Segmen) ..	23
2.4.1	Pendekatan umum	24
2.4.2	Analisa kecepatan arus bebas.....	28
2.4.3	Analisa kapasitas	29
2.4.4	Derajat kejenuhan.....	32
2.4.5	Kecepatan	33
2.5	Level of Service (LOS)	33
2.6	Penilaian Perilaku Lalu Lintas	35
2.7	Analisa Regresi	35
2.7.1	Model analisa regresi linier sederhana	35
BAB III METODOLOGI		37
3.1	Tujuan Metodologi.....	37
3.2	Metodologi yang Digunakan.....	37
3.3	Diagram Alir	40
3.3.1	Pelaksanaan tugas akhir	40
3.3.2	Analisa simpang bersinyal	42
3.3.3	Analisa jalan perkotaan (segmen)	43
3.3.4	Metode survey	44
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		45
4.1	Pengumpulan Data	45
4.2	Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya	45
4.3	Analisa Pertumbuhan Kendaraan.....	46
4.4	Analisa Pertumbuhan Penduduk	55
4.5	Data Survey Volume Lalu Lintas.....	56
4.6	Perhitungan Penentuan Jam Puncak	57

4.7	Perhitungan Volume Kendaraan 5 Tahun.....	64
4.8	Data Kondisi Lingkungan.....	69
4.9	Data Geometrik.....	70
4.10	Fase dan Penggunaan Sinyal	71
4.10.1	Penjelasan fase	71
4.10.2	Perhitungan all red	74
BAB V ANALISA KINERJA SIMPANG DAN SEGMENT		79
5.1	Analisa Kinerja Simping Kondisi Eksisting.....	79
5.1.1	Penentuan Arus Jenuh Dasar	79
5.1.2	Penentuan Faktor – Faktor Penyesuaian	79
5.1.3	Nilai Arus Jenuh Disesuaikan	80
5.1.4	Rasio Arus Lalu Lintas (Q).....	81
5.1.5	Rasio Arus.....	81
5.1.6	Rasio Arus Simping	81
5.1.7	Rasio Fase	82
5.1.8	Waktu Siklus dan Waktu Hijau.....	82
5.1.9	Kapasitas.....	82
5.1.10	Derajat Kejenuhan (DS).....	83
5.1.11	Perilaku Lalu Lintas	83
5.1.12	Menghitung Tundaan Total.....	88
5.1.13	Menghitung Tundaan Rata-Rata Seluruh Simping	88
5.1.14	Level of Service (LOS).....	88
5.2	Analisa Kinerja Segment Eksisting.....	91
5.2.1	Perhitungan Segment Jalan Jemur Andayani ..	91
5.2.2	Kapasitas.....	92

5.2.3 Derajat Kejenuhan.....	94
5.2.4 Kecepatan Arus Bebas Kendaraan	95
5.2.5 Waktu Tempuh Rata-rata	98
5.3 Perbaikan Simpang dan Segmen.....	101
5.3.1 Perbaikan simpang bersinyal.....	101
5.3.2 Analisa kinerja simpang 5 tahun	102
5.3.3 Analisa perbaikan segmen.....	104
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	107
6.1 Kesimpulan	107
6.2 Saran	108
DAFTAR PUSTAKA.....	109
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai emp untuk tipe pendekat.....	9
Tabel 2.2 Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}).....	15
Tabel 2.3 Faktor Penyesuaian Untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{SF})	15
Tabel 2.4 Emp untuk jalan perkotaan tak-terbagi	25
Tabel 2.5 Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu	25
Tabel 2.6 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu (FC_{SF}) pada jalan perkotaan dengan bahu	26
Tabel 2.7 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb penghalang (FC_{SF}) jalan perkotaan dengan kereb	27
Tabel 2.8 Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk ukuran kota (FFV_{CS}).....	28
Tabel 2.9 Kapasitas dasar jalan perkotaan	30
Tabel 2.10 Faktor penyesuaian kapasitas dasar untuk lebar jalur lalu-lintas (FC_w).....	30
Tabel 2.11 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah (FC_{WB})	31
Tabel 2.12 Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping dengan kereb	31
Tabel 2.13 Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{CS})	32
Tabel 2.14 Indikator Tingkat Pelayanan	35
Tabel 4.1 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya.....	45
Tabel 4.2 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya.....	46

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Regresi dan Faktor Pertumbuhan Kendaraan Penumpang (LV)	48
Tabel 4.4 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya	49
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan dan Faktor Pertumbuhan Truk (HV)	51
Tabel 4.6 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya	52
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Regresi dan Faktor Pertumbuhan Sepeda Motor (MC).....	54
Tabel 4.8 Jumlah Penduduk Kota Surabaya	55
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Regresi Jumlah Penduduk Surabaya	56
Tabel 4.10 Perhitungan Volume Kendaraan per Jam	57
Tabel 4.11 rekapitulasi jam puncak pagi simpang bersinyal	59
Tabel 4.12 Rekapitulasi Volume Kendaraan pada Jam Puncak Simpang Bersinyal, Pada Hari Kerja	61
Tabel 4.13 Rekapitulasi Volume Kendaraan pada Jam Puncak Simpang Bersinyal, Pada Hari Libur	63
Tabel 4.14 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2018 untuk Puncak Pagi Hari Kerja	65
Tabel 4.15 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2019 untuk Puncak Pagi Hari Kerja	65
Tabel 4.16 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2020 untuk Puncak Pagi Hari Kerja	66
Tabel 4.17 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2021 untuk Puncak Pagi Hari Kerja	66
Tabel 4.18 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2022 untuk Puncak Pagi Hari Kerja	66
Tabel 4.19 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2018 untuk Puncak Pagi Hari Libur	67

Tabel 4.20 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2019 untuk Puncak Pagi Hari Libur.....	67
Tabel 4.21 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2020 untuk Puncak Pagi Hari Libur.....	68
Tabel 4.22 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2021 untuk Puncak Pagi Hari Libur.....	68
Tabel 4.23 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2022 untuk Puncak Pagi Hari Libur.....	68
Tabel 5.1 Indikator tingkat pelayanan.....	88
Tabel 5.2 Rekapitulasi kinerja persimpangan kondisi eksisting..	89
Tabel 5.3 Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah.....	91
Tabel 5.4 Kapasitas dasar jalan perkotaan	92
Tabel 5.6 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb-penghalang (FC_{SF}) pada jalan perkotaan dengan kereb	93
Tabel 5.7 Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{CS}) pada jalan perkotaan	94
Tabel 5.8 karakteristik tingkat pelayanan (LOS) berdasarkan Q/C atau DS	94
Tabel 5.9 Kecepatan arus bebas dasar (FV_0) untuk jalan perkotaan	96
Tabel 5.10 Penyesuaian untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas (FV_w) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan, jalan perkotaan..	96
Tabel 5.11 Faktor penyesuaian untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb penghalang (FFV_{SF}) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan dengan kereb.....	97
Tabel 5.12 Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan (FFV_{CS}), jalan perkotaan	97

Tabel 5.13 Rekapitulasi Kinerja Segmen Kondisi Eksisting Pada Hari Kerja99

Tabel 5.14 Rekapitulasi Kinerja Segmen Kondisi Eksisting Pada Hari Libur100

Tabel 5.15 Rekapitulasi kinerja segmen persimpangan kondisi perbaikan pada puncak pagi hari kerja101

Tabel 5.16 Rekapitulasi kinerja segmen persimpangan kondisi perbaikan pada puncak pagi hari libur.....102

Tabel 5.16 Rekapitulasi kinerja simpang 5 tahun untuk puncak pagi hari kerja.....102

Tabel 5.17 Rekapitulasi kinerja simpang 5 tahun untuk puncak pagi hari libur103

Tabel 5.18 Rekapitulasi Kinerja Segmen Perbaikan untuk Tahun 2022 pada Hari Kerja.....105

Tabel 5.19 Rekapitulasi Kinerja Segmen Perbaikan untuk Tahun 2022 pada Hari Libur.....106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Denah Lokasi Simpang.....	3
Gambar 1.2 Denah Lokasi Simpang.....	4
Gambar 2.1 Kondisi geometrik pengaturan lalu lintas	7
Gambar 2.2 Gambaran titik konflik kritis	11
Gambar 2.3 Gambar penentuan lebar efektif untuk pendekat dengan LTOR.....	12
Gambar 2.4 Arus jenuh dasar untuk pendekat tipe P	14
Gambar 2.5 Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G).....	16
Gambar 2.6 Perhitungan jumlah antrian (NQ_{MAX}) dalam smp....	21
Gambar 2.7 Penetapan tundaan lalu-lintas rata-rata.....	22
Gambar 4.1 Grafik pertumbuhan kendaraan penumpang (LV)...	47
Gambar 4.2 Grafik pertumbuhan kendaraan berat (HV).....	50
Gambar 4.3 Grafik Pertumbuhan Sepeda Motor (MC)	53
Gambar 4.4 Pergerakan fase 1.....	71
Gambar 4.5 Pergerakan fase 2.....	72
Gambar 4.6 Pergerakan fase 3.....	73
Gambar 4.7 Titik konflik fase 1 ke fase 2	74
Gambar 4.8 Titik konflik fase 2 ke fase 3	75
Gambar 4.9 Titik konflik fase 3 ke fase 1	76
Gambar 5.1 Penentuan NQ_{max} pada pendekat.....	85
Gambar 5.2 Denah Segmen.....	91
Gambar 5.3 Grafik hubungan kecepatan sebagai fungsi dari DS 98	

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Geometrik simpang kondisi eksisting
- Lampiran 2 Geometrik simpang rencana perbaikan
- Lampiran 3 Perbedaan geometrik eksisting dan perbaikan
- Lampiran 4 Potongan melintang simpang eksisting dan perbaikan 1-1'
- Lampiran 5 Potongan melintang simpang eksisting dan perbaikan 2-2'
- Lampiran 6 Potongan melintang simpang eksisting dan perbaikan 3-3'
- Lampiran 7 Waktu siklus
- Lampiran 8 Perhitungan KAJI eksisting pagi hari kerja 2017
- Lampiran 9 Perhitungan KAJI eksisting siang hari kerja 2017
- Lampiran 10 Perhitungan KAJI eksisting sore hari kerja 2017
- Lampiran 11 Perhitungan KAJI eksisting pagi hari libur 2017
- Lampiran 12 Perhitungan KAJI eksisting siang hari libur 2017
- Lampiran 13 Perhitungan KAJI eksisting sore hari libur 2017
- Lampiran 14 Perhitungan KAJI perbaikan terpilih pagi hari kerja 2017
- Lampiran 15 Perhitungan KAJI perbaikan terpilih pagi hari libur 2017
- Lampiran 16 Perhitungan KAJI perbaikan terpilih pagi hari kerja 2022
- Lampiran 17 Perhitungan KAJI perbaikan terpilih pagi hari libur 2022

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Umum

Surabaya sebagai kota metropolitan yang sedang berkembang memiliki permasalahan yang cukup serius dalam bidang lalu lintas, salah satunya ialah kemacetan. Bertambahnya jumlah kendaraan yang beroperasi di kota Surabaya merupakan salah satu faktor yang menyebabkan permasalahan tersebut. Sehingga untuk mengatasi masalah kemacetan, dibutuhkan optimalisasi dan peningkatan kinerja prasarana dan fasilitas yang sudah ada.

Simpang adalah jalinan jalan yang memiliki posisi penting dan kritis dalam mengatur arus lalu lintas. Kinerja persimpangan pada jalan dituntut untuk bekerja secara praktis dan optimal agar tidak terjadi permasalahan pada persimpangan - persimpangan di kota Surabaya.

1.2 Latar Belakang

Permasalahan yang sering terjadi di kota-kota besar adalah kemacetan lalu lintas. Masalah ini timbul akibat pertumbuhan sarana transportasi yang jauh lebih cepat melebihi pertumbuhan prasarana jalan. Gangguan terhadap arus lalu lintas akan menyebabkan kemacetan berkepanjangan terutama jika tidak ada pengaturan-pengaturan yang efektif seperti lampu lalu lintas, misalnya pada simpang yang memiliki arus lalu lintas padat khususnya pada jam puncak pagi, siang dan sore

Simpang Jalan Raya Jemursari – Jemur Andayani adalah salah satu dari sekian banyak simpang di Kota Surabaya yang memiliki permasalahan lalu lintas. Dimana dalam jam-jam tertentu tepatnya jam sibuk seperti pagi hari, siang hari dan sore hari masalah lalu lintas sering terjadi. Salah satu penyebab masalah lalu lintas pada persimpangan ini adalah adanya penyempitan jalan pada segmen Jalan Jemursari Barat menuju arah Jalan Ahmad Yani.

Saat ini sedang dilaksanakan pembangunan *box culvert* pada ruas kiri Jalan Jemursari Barat sisi selatan menuju Jalan Ahmad Yani. Pembangunan tersebut akan memberikan pengaruh terhadap kinerja lalu lintas di Jalan Jemursari Barat. Sehingga, perlu adanya evaluasi kinerja pengaturan lalu lintas yang didukung oleh studi pengaturan lalu lintas untuk menghasilkan kinerja simpang yang optimal pada 5 tahun mendatang.

1.3 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut dapat disimpulkan permasalahan yang terjadi pada persimpangan Jalan Raya Jemursari – Jalan Jemur Andayani adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja eksisting persimpangan dan segmen Jalan Raya Jemursari – Jalan Jemur Andayani untuk saat ini (tahun 2017).
2. Apakah dengan manajemen lalu lintas yang sekarang kinerja persimpangan tersebut masih mampu melayani.
3. Bagaimana memperbaiki kinerja persimpangan apabila kondisi persimpangan saat ini kurang optimal. Apakah perlu dievaluasi ulang baik pengaturan *traffic light*, manajemen lalu lintas dan kondisi geometrik. (tahun 2017).

1.4 Tujuan

Berdasarkan pada perumusan masalah di atas, maka tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kinerja eksisting simpang bersinyal dan segmen Jalan Raya Jemursari – Jalan Jemur Andayani.
2. Untuk mengetahui tingkat pelayanan persimpangan pada saat ini.
3. Memperbaiki kinerja persimpangan untuk saat ini (tahun 2017) dan untuk jangka waktu 5 tahun kedepan setelah beroperasi (tahun 2022) berdasarkan MKJI 1997.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan permasalahan pada tugas akhir ini meliputi:

1. Mengevaluasi kinerja simpang bersinyal dan segmen yang ditinjau pada Jalan Raya Jemursari – Jalan Jemur Andayani untuk saat ini.
2. Menganalisa kelayakan kinerja simpang berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.
3. Pengevaluasian kinerja simpang untuk periode 5 tahun ke depan dengan lampu lalu lintas.
4. Tidak menghitung kinerja lalu lintas persimpangan Jalan Raya Jemursari – Jalan Jemur Andayani pada tahap pembangunan.

1.6 Manfaat

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah memperbaiki kinerja pesimpangan Jalan Raya Jemursari – Jalan Jemur Andayani Surabaya diharapkan perencanaan tersebut dapat mengurangi kemacetan dengan telah dibangunnya frontage road dan dapat memperlancar arus lalu lintas sesuai dengan yang telah direncanakan.

1.7 Denah Lokasi



Gambar 1.1 Denah Lokasi Simpang

Sumber: www.maps.google.com



Gambar 1.2 Denah Lokasi Simpang
Sumber: *www.maps.google.com*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Persimpangan adalah simpul dalam jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu, disini arus lalu lintas mengalami konflik. Untuk mengendalikan konflik ini ditetapkan aturan lalu lintas untuk menetapkan siapa yang memiliki hak terlebih dahulu untuk menggunakan persimpangan.

2.2 Landasan Teori Berdasarkan MKJI 1997

Manual Kapasitas Jalan Indonesia memuat fasilitas jalan perkotaan dan semi perkotaan dan jalan luar kota dan jalan bebas hambatan. Manual ini menggantikan manual sementara untuk fasilitas lalu-lintas perkotaan (Januari 1993) jalan luar kota (Agustus 1994) yang telah diterbitkan lebih dahulu dalam proyek MKJI. Tipe fasilitas yang tercakup dan ukuran penampilan lalu-lintas (perilaku lalu-lintas) selanjutnya disebut perilaku lalu-lintas atau kualitas lalu-lintas

MKJI dapat diterapkan sebagai sarana dalam perancangan, perencanaan dan analisa operasional fasilitas lalu-lintas dari simpang bersinyal, simpang tak bersinyal, bagian jaringan, bundaran dan ruas jalan (jalan perkotaan, jalan luar kota, jalan bebas hambatan). Selain itu, Manual direncanakan terutama agar pengguna dapat memperkirakan perilaku lalu-lintas dari suatu fasilitas pada kondisi lalu-lintas, geometrik dan keadaan lingkungan tertentu.

Dengan melakukan perhitungan bersambung yang menggunakan data yang disesuaikan, untuk keadaan lalu-lintas yang dapat diterima. Dengan cara yang sama, penurunan kinerja dari suatu fasilitas lalu-lintas sebagai akibat dari pertumbuhan lalu-lintas yang dapat dianalisa, sehingga waktu yang diperlukan untuk tindakan seperti peningkatan kapasitas dapat juga ditentukan.

2.3 Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal

Simpang-simpang bersinyal adalah bagian dari sistem kendali waktu tetap yang dirangkai atau sinyal aktual kendaraan terisolir. Dalam analisis simpang bersinyal biasanya memerlukan metode dan perangkat lunak khusus, seperti program bantuan KAJI.

Kapasitas simpang dapat ditingkatkan dengan menerapkan aturan prioritas sehingga simpang dapat digunakan secara bergantian. Dalam mengatasi hambatan yang tinggi pada saat jam-jam sibuk dapat dibantu oleh petugas lalu-lintas namun bila volume lalu-lintas meningkat sepanjang waktu diperlukan sistem pengendalian untuk seluruh waktu (full time) yang dapat bekerja secara otomatis. Pengendalian tersebut dapat menggunakan alat isyarat lalu-lintas (traffic signal) atau sinyal lalu-lintas.

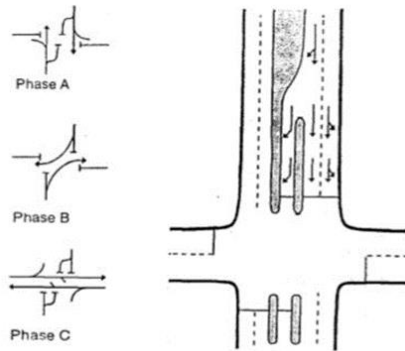
Dalam prosedur perhitungan simpang bersinyal ini menjelaskan tata cara untuk menentukan waktu sinyal, kapasitas dan perilaku lalu-lintas (tundaan, panjang antrian dan rasio kendaraan terhenti) pada simpang bersinyal di daerah perkotaan atau semi perkotaan berdasarkan data di lapangan yang selanjutnya dapat diolah sesuai urutan pengerjaan hingga didapatkan hasilnya berupa nilai LOS (*Level of Service*) yang diharapkan.

2.3.1 Data masukan

Kondisi geometrik

Perhitungan dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Satu lengan simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekat, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub-pendekat. Hal ini terjadi jika gerakan belok-kanan dan/atau belok-kiri mendapat sinyal hijau pada fase yang berlainan dengan lalu-lintas yang lurus, atau jika dipisahkan secara fisik dengan pulau-pulau lalu-lintas dalam pendekat.

Untuk masing-masing pendekat atau sub-pendekat lebar efektif (W_e) ditetapkan dengan mempertimbangkan denah dari bagian masuk dan ke luar suatu simpang dan distribusi dari gerakan-gerakan membelok.



Gambar 2.1 Kondisi geometrik pengaturan lalu lintas
Sumber: MKJI 1997

Data kondisi geometrik eksisting dimasukkan ke dalam formulir SIG-1 sesuai dengan perintah yang ada pada masing-masing kolom yang tersedia, antara lain:

- a. Umum
Pada judul formulir berisi waktu (puncak pagi, siang atau sore) dan tanggal pengerjaan, surveyor yang mengerjakan
- b. Ukuran kota
Berisi jumlah penduduk perkotaan (dengan ketelitian 0,1 juta penduduk)
- c. Fase dan waktu sinyal antara waktu hijau (g)
Berisi waktu hijau (g) dan waktu antar hijau (IG) yang ada pada tiap-tiap kotak, kemudian waktu siklus dan waktu hilang total ($LTI = \Sigma IG$) untuk kasus yang ditinjau (jika tersedia). Gunakan kotak-kotak di bawah judul formulir untuk menggambar diagram fase yang ada (jika tersedia)
- d. Belok kiri langsung
Keterangan mengenai diagram-diagram fase dalam pendekatan-pendekat mana gerakan belok kiri langsung diijinkan

e. Denah

Berisi sketsa persimpangan dan semua masukan data geometrik yang diperlukan:

- Tata Letak dan posisi mulut persimpangan (MP) atau pendekat, pulau-pulau lalu lintas, garis henti, penyeberangan kaki, marka jalur dan arah panah.
- Lebar (dengan pendekatan sepersepuluh meter) dari bagian perkerasan mulut persimpangan, masuk (entry), keluar (exit).
- Panjang lajur dan garis menerus atau garis larangan
- Gambar pada arah Utara pada sketsa, jika tata letak dan desain persimpangan tidak diketahui, untuk analisis menggunakan asumsi sesuai dengan nilai-nilai dasar.

f. Kode pendekat

Berisi arah mata angin untuk memberi nama pendekat atau induksi yang cukup jelas sebagai nama pendekat.

g. Kondisi lingkungan jalan

Berisi kondisi lingkungan pada jalan untuk tiap-tiap pendekat:

- Komersial (COM)
Tata guna lahan komersial, contoh: restoran, kantor, dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- Permukiman (RES)
Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- Akses Terbatas (RA)
Jalan masuk terbatas atau tidak ada sama sekali.

h. Median

Berisi ada atau tidaknya median pada sisi kanan garis henti pada pendekat.

i. Tingkat hambatan samping

- Tinggi, jika besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar berkurang oleh karena aktivitas di samping

- jalan pada pendekat seperti angkutan umum berhenti, pejalan kaki berjalan di samping jalan.
 - Rendah, jika besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar tidak berkurang oleh hambatan samping dari jenis-jenis tersebut di atas.
- j. Lebar pendekat
Berdasarkan sketsa persimpangan, berisi lebar bagian yang diperkeras dari masing-masing pendekat, belok kiri langsung, tempat masuk dan tempat keluar.
- k. Kelandaian
Berisi kelandaian dalam persentase (naik=+%, turun=-%).
- l. Belok kiri langsung (LTOR)
Berisi ada atau tidaknya gerakan belok kiri langsung.
- m. Jarak ke kendaraan paker pertama
Berisi jarak normal antara garis henti dan kendaraan parkir pertama pada bagian hilir dari pendekat.

Kondisi arus lalu lintas

Perhitungan dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu-lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore.

Arus lalu-lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok-kiri QLT, lurus QST dan belok-kanan QRT) dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan.

Tabel 2.1 Nilai emp untuk tipe pendekat

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber: MKJI 1997

$$PLT = \frac{LT \left(\frac{\text{smp}}{\text{jam}} \right)}{\text{Total (smp/jam)}} \quad \dots (2.1)$$

$$PRT = \frac{LT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}} \quad \dots (2.2)$$

Keterangan:

LT = arus belok kiri,

RT = arus belok kanan.

2.3.2 Penggunaan sinyal

Fase sinyal

Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Waktu antar hijau adalah periode setelah hijau sampai akan hijau lagi pada satu pendekatan. Waktu antar hijau dihasilkan dari perhitungan waktu merah semua.

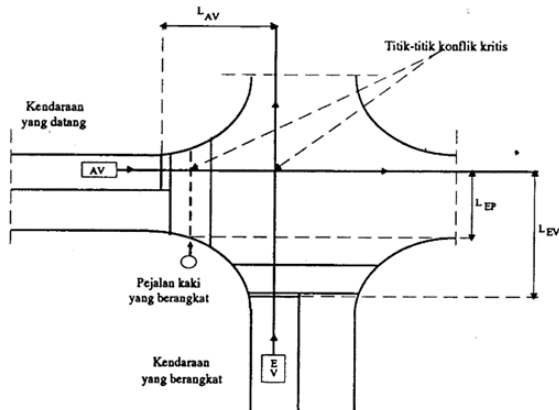
$$\text{Merah Semua} = \left[\frac{(L_{ev} + I_{ev})}{V_{ev}} - \frac{L_{av}}{V_{av}} \right] \quad \dots (2.3)$$

Keterangan:

L_{EV}, L_{AV} = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m).

I_{EV} = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

V_{EV}, V_{AV} = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).



Gambar 2.2 Gambaran titik konflik kritis
Sumber: MKJI 1997

Nilai-nilai yang dipilih untuk V_{EV} , V_{AV} , dan I_{EV} tergantung dari komposisi lalu-lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi. Nilai-nilai sementara berikut dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

- $V_{AV} = 10$ m/det (kend. bermotor)
- $V_{EV} = 10$ m/det (kend. bermotor)
3 m/det (kend. Tak bermotor)
1,2 m/det (pejalan kaki)
- $I_{EV} = 5$ m (LV atau HV)
2 m (MC atau UM)

Perhitungan dilakukan dengan Formulir SIG-III untuk semua gerak lalu-lintas yang bersinyal (tidak termasuk LTOR).

Apabila periode merah-semua untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau:

$$LTI = \sum (Merah\ Semua + Kuning)_i = \sum I_{Gi} \dots (2.4)$$

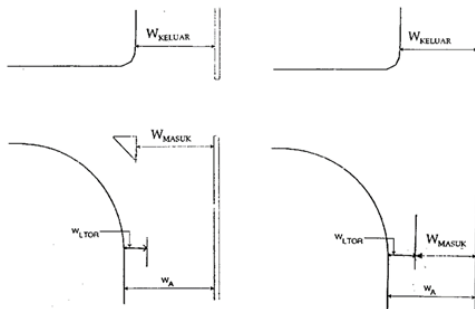
2.3.3 Penentuan waktu sinyal

Tipe pendekat

Menentukan tipe dari setiap pendekat terlindung (P) atau terlawan (O), dengan melihat gambar rencana, Apabila dua gerakan lalu-lintas pada suatu pendekat diberangkatkan pada fase yang berbeda (misalnya lalu-lintas lurus dan lalu-lintas belok kanan dengan lajur terpisah), harus dicatat pada baris terpisah dan diperlakukan sebagai pendekat-pendekat terpisah dalam perhitungan selanjutnya. Apabila suatu pendekat memiliki nyala hijau pada dua fase, di mana pada keadaan tersebut, tipe lajur dapat berbeda untuk masing-masing fase, satu baris sebaiknya digunakan untuk mencatat data masing-masing fase, dan satu baris tambahan untuk memasukkan hasil gabungan untuk pendekat tersebut.

Lebar efektif

Lebar efektif (W_E) dapat dihitung untuk pendekat dengan pulau lalu-lintas, penentuan lebar masuk (W_{MASUK}) sebagaimana ditunjukkan pada gambar di bawah ini atau untuk pendekat tanpa pulau lalu-lintas yang ditunjukkan pada bagian kanan dari gambar. Pada keadaan terakhir $W_{MASUK} = W_A - W_{LTOR}$ Persamaan di bawah dapat digunakan untuk kedua keadaan tersebut.



Gambar 2.3 Gambar penentuan lebar efektif untuk pendekat dengan LTOR

Sumber: MKJI 1997

Adapun penentuan W_e berdasarkan beberapa kondisi, antara lain:

A. Jika $W_{LTOR} \geq 2m$, maka:

Langkah 1 = Keluarkan lalu lintas belok kiri langsung Q_{LTOR} dari perhitungan selanjutnya. Perhitungan Lebar Pendekatan efektif dipilih nilai paling minimal antara perhitungan berikut:

$$W_e = W_A - W_{LTOR}$$

$$W_e = W \text{ masuk}$$

Langkah 2 = Periksa lebar keluar (hanya untuk tipe P)
Jika $WKELUAR < W_e \times (1 - par)$ W_e sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan $WKELUAR$ dan analisa penentuan waktu sinyal dilakukan hanya untuk bagian lalu lintas yang lurus saja ($e = esr$).

B. Jika $W_{LTOR} < 2 m$, maka:

dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat selama sinyal merah.

Langkah 1 = Sertakan Q_{LTOR} pada perhitungan selanjutnya. Perhitungan Lebar Pendekatan efektif dipilih nilai paling minimal antara perhitungan berikut:

$$W_A$$

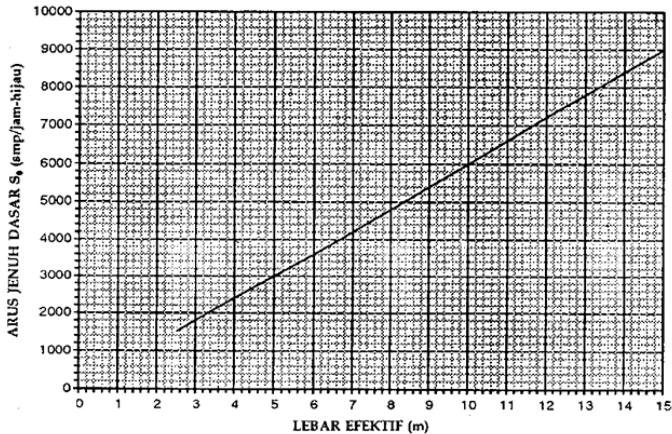
$$W_{masuk} + W_{LTOR}$$

$$W_A \times (1 + P_{LTOR}) - W_{LTOR}$$

Langkah 2 = Periksa lebar keluar (hanya untuk tipe P).
Jika $WKELUAR < W_e \times (1 - PRT - PLTOR)$, W_e sebaiknya diberi nilai harus yang sama dengan $WKELUAR$ dan analisa penentuan waktu sinyal dilakukan hanya untuk bagian lalu lintas yang lurus saja ($Q - QST$).

Arus jenuh dasar

Arus Jenuh Dasar (S_0) ditentukan untuk setiap pendekat seperti diuraikan dibawah. Untuk pendekat tipe P (terlindung), digunakan rumus atau menggunakan Gambar 2.4



Gambar 2.4 Arus jenuh dasar untuk pendekat tipe P
Sumber: MKJI 1997

Untuk menentukan besarnya arus jenuh dasar dapat menggunakan Gambar 2.4. Pada Gambar 2.4 tarik garis vertikal pada sumbu x sesuai dengan lebar efektif dari pendekat hingga memotong garis diagonal pada diagram, lalu tarik garis horisontal ke kiri pada titik perpotongan dengan garis diagonal tersebut. Besarnya arus jenuh dasar dapat pula ditentukan dengan persamaan dibawah ini:

$$S_0 = 600 \times W_e \text{ smp/jam hijau}$$

Keterangan:

S_0 = Arus jenuh dasar (smp / jam hijau).

W_e = Lebar pendekat efektif (m).

Faktor penyesuaian

Nilai faktor penyesuaian untuk menentukan arus jenuh dasar pada pendekatan tipe P dan O adalah sebagai berikut:

Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Tabel 2.2 Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}).

Penduduk kota (Juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})
> 3,0	1,05
1,0-3,0	1,00
0,5- 1,0	0,94
0,1-0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber : MKJI 1997

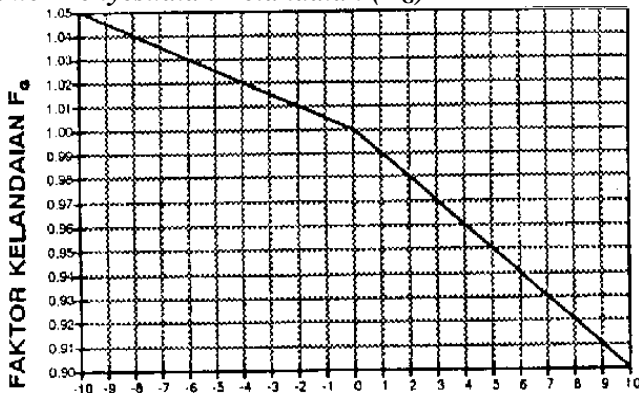
Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan (F_{SF})

Tabel 2.3 Faktor Penyesuaian Untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{SF})

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0 93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
	"	Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
	"	Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
	"	Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
	"	Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
	"	Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	"	Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber: MKJI 1997

Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)



Gambar 2.5 Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)

Sumber : MKJI 1997

Faktor Penyesuaian Parkir (F_P)

F_P dapat juga dihitung dari rumus berikut, yang mencakup pengaruh panjang waktu hijau:

$$F_P = (L_P / 3 - (W_A - 2) \times (L_P / 3 - g) / W_A) / g \quad \dots (2.5)$$

Keterangan:

L_P = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m) (atau) panjang dari lajur pendek).

W_A = Lebar pendekat (m)

g = Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det).

Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

F_{RT} ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan berbelok kanan. Perlu diperhatikan bahwa penggunaan factor ini hanya untuk pendekat tipe P, tanpa median, jalan dua arah dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26 \quad \dots (2.6)$$

Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

F_{LT} ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan berbelok kiri. Perlu diperhatikan bahwa penggunaan factor ini hanya untuk pendekat tipe P, tanpa median, jalan dua arah dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

$$F_{RT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,26 \quad \dots (2.6)$$

Nilai arus yang disesuaikan

$$S = S_O \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ smp/jam hijau} \quad \dots (2.6)$$

Jika suatu pendekat memiliki sinyal hijau lebih dari satu fase, yang arus jenuhnya telah ditentukan secara terpisah pada baris yang berbeda dalam tabel, maka nilai arus jenuh kombinasi harus dihitung secara proporsional terhadap waktu hijau masing-masing fase.

Rasio arus

Rasio Arus (FR) masing-masing pendekat:

$$FR = Q / S \quad \dots (2.7)$$

- Beri tanda rasio arus kritis (FR_{CRIT}) atau tertinggi pada masing-masing fase.
- Hitung rasio arus simpang (IFR) sebagai jumlah dari nilai-nilai FR yang dilingkari (kritis)

Waktu siklus dan waktu hijau

$$IFR = \sum (FR_{crit})$$

Hitung Rasio Fase (IFR) masing-masing fase sebagai rasio antara FR_{CRIT} dan IFR

$$PR = FR_{crit} / IFR$$

Waktu siklus yang disesuaikan

Menghitung waktu siklus sebelum penyesuaian dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \quad \dots (2.8)$$

Keterangan:

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus (det)

IFR = Rasio arus simpang (FR_{CRIT})

Nilai-nilai yang lebih rendah dipakai untuk simpang dengan lebar jalan <10 m, nilai yang lebih tinggi untuk jalan yang lebih lebar. Waktu siklus lebih rendah dari nilai yang disarankan, akan menyebabkan kesulitan bagi para pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Waktu siklus yang melebihi 130 detik harus dihindari kecuali pada kasus sangat khusus (simpang sangat besar), karena hal ini sering kali menyebabkan kerugian dalam kapasitas keseluruhan.

Jika perhitungan menghasilkan waktu siklus yang jauh lebih tinggi daripada batas yang disarankan, maka hal ini menandakan bahwa kapasitas dari denah simpang tersebut adalah tidak mencukupi.

Perhitungan waktu hijau

Menghitung waktu hijau untuk masing-masing dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR_i \quad \dots (2.9)$$

Keterangan:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus

PR_i = Rasio fase $FR_{CRIT} / \sum (FR_{CRIT})$

Waktu siklus yang disesuaikan

$$c = \sum g + LTI \quad \dots (3.0)$$

Kapasitas

$$C = S \times g/c \quad \dots (3.1)$$

Derajat Kejenuhan

$$DS = Q / C \quad \dots (3.2)$$

Jika penentuan waktu sinyal sudah dikerjakan secara benar, derajat kejenuhan akan hampir sama dalam semua pendekatan-pendekat kritis.

2.3.4 Perilaku lalu lintas

Penentuan perilaku lalu-lintas pada simpang bersinyal berupa panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan.

Panjang Antrian

Menggunakan hasil perhitungan derajat kejenuhan untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.

Untuk $DS > 0,5$:

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8 \times (DS-0,5)}{C}} \right] \dots (3.3)$$

dimana :

NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau

C = Kapasitas (smp/jam) = arus jenuh dikalikan rasio hijau (SxGR)

Untuk $DS < 0,5$: $NQ_1 = 0$

Menghitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ2)

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad \dots (3.4)$$

Keterangan:

NQ2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau

C = Waktu siklus (det)

Qmasuk = Arus lalu-lintas pada tempat masuk di luar
LTOR (smp/jam)

Jumlah kendaraan antri dan masukkan

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

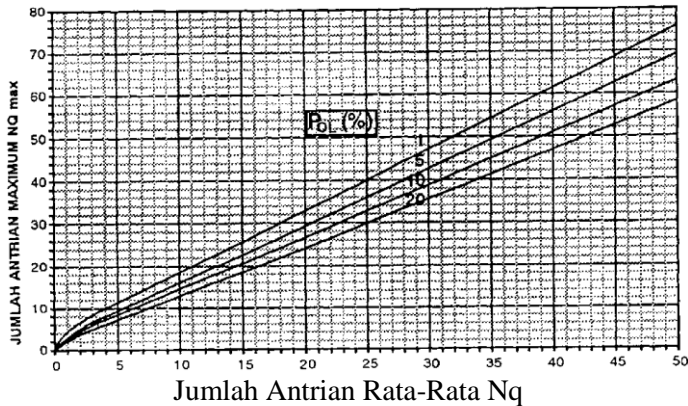
Untuk perancangan dan perencanaan disarankan POL 5%, untuk operasi suatu nilai POL = 5-10% mungkin dapat diterima. Menghitung panjang antrian (QL) dengan mengalikan NQMAX dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m²) kemudian membagi dengan lebar masuknya.

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}} \quad \dots (3.5)$$

Keterangan:

QL = panjang antrian (m)

NQmax = jumlah antrian yang disesuaikan



Gambar 2.6 Perhitungan jumlah antrian (NQ_{MAX}) dalam smp

Sumber: MKJI 1997

Kendaraan Terhenti

Menghitung angka henti (NS) masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) dengan rumus dibawah. NS adalah fungsi dari NQ dibagi dengan waktu siklus.

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad \dots (3.6)$$

Keterangan:

c = waktu siklus (det)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

menghitung jumlah kendaraan terhenti (N_{sv}) masing-masing pendekat

$$N_{sv} = Q \times NS \left(\frac{\text{smp}}{\text{jam}} \right) \quad \dots (3.7)$$

Menghitung angka henti seluruh simpang dengan cara membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total Q dalam kend./jam.

$$NS_{TOT} = \frac{\sum N_{SV}}{Q_{TOT}} \quad \dots (3.8)$$

Tundaan

Hitung tundaan lalu-lintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang sebagai berikut (berdasarkan pada Akcelik 1988).

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \quad \dots (3.9)$$

Dimana :

DT = tundaan lalu-lintas rata-rata (det/smp)

c = waktu siklus yang di sesuaikan (det)

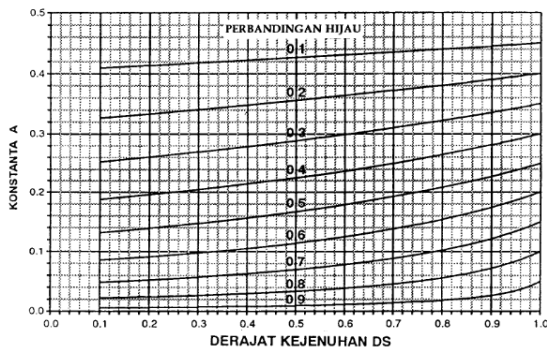
$$A = \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)}$$

GR = rasio hijau (g/c)

DS = derajat kejenuhan

NQ₁ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)



Gambar 2.7 Penetapan tundaan lalu-lintas rata-rata

Sumber: MKJI 1997

Menentukan tundaan geometri rata-rata masing-masing pendekat (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan/atau ketika dihentikan oleh lampu merah.

$$DG_j = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4) \quad \dots (4.0)$$

Keterangan:

DG_j = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat (det/smp)

P_{SV} = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = $\min(NS, 1)$

P_T = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

Kemudian menghitung tundaan rata-rata simpang (DI):

$$DI = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{TOT}} \quad \dots (4.1)$$

Tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan dari masing-masing pendekat demikian juga dari suatu simpang secara keseluruhan.

2.4 Prosedur Perhitungan Jalan Perkotaan (Segmen)

Prosedur perhitungan dapat digunakan untuk analisa operasional, perencanaan dan perancangan jalan perkotaan (sering disebut jalan kota). Tujuan dari analisa operasional dapat berupa salah satu atau semua kondisi berikut:

1. Untuk menentukan kapasitas.
2. Untuk menentukan derajat kejenuhan sehubungan dengan arus lalu lintas sekarang atau yang akan datang.
3. Untuk menentukan kecepatan pada jalan tersebut.

Sedangkan tujuan utama dari analisa perencanaan untuk menentukan lebar jalan yang diperlukan untuk mempertahankan perilaku lalu-lintas yang diinginkan pada arus lalu-lintas tahun rencana tertentu. Ini dapat berupa lebar jalur lalu-lintas atau jumlah

lajur, tetapi dapat juga digunakan untuk memperkirakan pengaruh dari perubahan perencanaan, seperti apakah membuat median atau memperbaiki bahu jalan. Prosedur perhitungan yang digunakan untuk analisa operasional dan untuk perencanaan adalah sama.

2.4.1 Pendekatan umum

Tipe Perhitungan

Prosedur yang diberikan memungkinkan perhitungan berikut untuk tipe segmen jalan perkotaan yang berbeda:

- kecepatan arus bebas;
- kapasitas;
- derajat kejenuhan (arus/kapasitas);
- kecepatan pada kondisi arus sesungguhnya;
- arus lalu-lintas yang dapat dilewatkan oleh segmen jalan tertentu dengan mempertahankan tingkat kecepatan atau derajat kejenuhan tertentu.

Komposisi lalu lintas

Dalam manual, nilai arus lalu-lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu-lintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalu-lintas, (per arah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (smp) yang, diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan berikut:

- Kendaraan ringan (LV) (termasuk mobil penumpang, minibus, pick-up, truk kecil dan jeep).
- Kendaraan berat (HV) (termasuk truk dan bus).
- Sepeda motor (MC).

Pengaruh kendaraan tak bermotor dimasukkan sebagai kejadian terpisah dalam faktor penyesuaian hambatan samping.

Ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk masing-masing tipe kendaraan tergantung pada tipe jalan dan arus lalu-lintas total yang dinyatakan dalam kend/jam.

Ekuivalensi mobil penumpang

a) Jalan tak terbagi

Tabel 2.4 Emp untuk jalan perkotaan tak-terbagi

Tipe jalan: Tak terbagi	Arus lalu-lintas dua arah (kend/jam)	emp		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalu-lintas Wc (m)	
			≤6	>6
Dua-lajur UD	0	1,3	0,5	0,40
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25
Empat-lajur UD	0	1,3	0,40	
	≥ 1800	1,2	0,25	

Sumber: MKJI 1997

b) Jalan terbagi

Tabel 2.5 Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah

Tipe Jalan: Jalan Satu Arah dan Jalan Terbagi	Arus lalu lintas per lajur (kend/jam)	Emp	
		HV	MC
Dua-lajur satu arah	0	1,3	0,40
Empat-lajur D	≥ 1050	1,2	0,25
Tiga-lajur satu arah	0	1,3	0,40
Enam-lajur UD	≥ 1100	1,2	0,25

Sumber: MKJI 1997

Hambatan samping

a) Jalan dengan bahu

Untuk menentukan faktor penyesuaian hambatan samping berupa bahu dapat menggunakan Tabel 2.5 seperti dibawah.

Tabel 2.6 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu (FC_{SF}) pada jalan perkotaan dengan bahu

Tipe jalan	Kelas Hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FC_{SF}			
		Lebar bahu efektif rata-rata (Ws)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	VL	0,96	0,98	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,88	0,92	0,95	0,98
	VH	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	VL	0,96	0,99	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,87	0,91	0,94	0,98
	VH	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 UD atau Jalan satu arah	VL	0,94	0,96	0,99	1,01
	L	0,92	0,94	0,97	1,00
	M	0,89	0,92	0,95	0,98
	H	0,82	0,86	0,90	0,95
	VH	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: MKJI 1997

b) Jalan dengan kerb

Untuk menentukan faktor penyesuaian hambatan samping berupa kerb dapat menggunakan Tabel 2.6 seperti dibawah.

Tabel 2.7 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb penghalang (FC_{SF}) jalan perkotaan dengan kereb

Tipe jalan	Kelas Hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kereb panghalang FC_{SF}			
		Jarak: kereb – penghalang (W_k)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau Jalan satu arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: MKJI 1997

c) Faktor penyesuaian FC_{SF} untuk jalan enam-lajur

Faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan 6-lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FC_{SF} untuk jalan empat-lajur yang diberikan pada Tabel C-4:1 atau C-4:2; sebagaimana ditunjukkan di bawah:

$$FC_{6,SF} = 1 - 0,8 (1 - FC_{4,SF}) \dots (4.2)$$

Keterangan:

$FC_{6,SF}$ = faktor penyesuaian kapasitas jalan enam-lajur

$FC_{4,SF}$ = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan empat lajur

d) Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk ukuran kota (FFV_{CS})

Tabel 2.8 Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk ukuran kota (FFV_{CS})

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian
<0,1	0,90
0,1 – 0,5	0,93
0,5 – 1,0	0,95
1,0 – 3,0	1,00
>3,0	1,03

Sumber: MKJI 1997

2.4.2 Analisa kecepatan arus bebas

Untuk jalan tak-terbagi, analisa dilakukan pada kedua arah lalu-lintas. Untuk jalan terbagi, analisa dilakukan terpisah pada masing-masing arah lalu-lintas, seolah-olah masing-masing arah merupakan jalan satu arah yang terpisah.

Perhatikan bahwa kecepatan arus bebas kendaraan ringan digunakan sebagai ukuran utama kinerja dalam Manual ini. Berikut adalah persamaan untuk menentukan kecepatan arus bebas.

$$FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_S \times FFV_{CS} \quad \dots (4.3)$$

Keterangan:

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV_O = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)

FV_W = Penyesuaian lebar jalur lalu-lintas efektif (km/jam) (penjumlahan)

FFV_{SF} = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping (perkalian)

FFV_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota (perkalian)

2.4.3 Analisa kapasitas

Nilai kapasitas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan selama memungkinkan. Karena lokasi yang memiliki arus mendekati kapasitas segmen jalan sedikit (sebagaimana terlihat dari kapasitas simpang sepanjang jalan), kapasitas juga telah diperkirakan dari analisa kondisi iringan lalu-lintas dan secara teoritis dengan mangasumsikan hubungan matematik antara kerapatan, kecepatan dan arus. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), lihat di bawah.

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas adalah sebagai berikut:

$$C = C_O \times F_{CW} \times F_{CSP} \times F_{CSF} \times F_{CCS} \quad \dots (4.4)$$

dimana:

C = Kapasitas (smp/jam)

C_O = Kapasitas dasar (smp/jam)

F_{CW} = Faktor penyesuaian lebar jalan

F_{CSP} = Faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

F_{CSF} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb

F_{CCS} = Faktor penyesuaian ukuran kota.

Jika kondisi sesungguhnya sama dengan kondisi dasar (ideal) yang ditentukan sebelumnya maka semua faktor penyesuaian menjadi 1,0 dan kapasitas menjadi sama dengan kapasitas dasar.

a) Kapasitas dasar

Tabel 2.9 Kapasitas dasar jalan perkotaan

Tipe jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur D atau Jaan satu arah	1650	Per lajur
Empat-lajur UD	1500	Per lajur
Dua-lajur UD	2900	Total dua arah

Sumber: MKJI 1997

b) Faktor penyesuaian kapasitas dasar untuk lebar jalur lalu-lintas (FC_w)

Tabel 2.10 Faktor penyesuaian kapasitas dasar untuk lebar jalur lalu-lintas (FC_w)

Tipe jalan	Lebar jalur efektif	FC_w
Empat-lajur D atau Jalan satu- arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat-lajur UD	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,0	1,09

Dua-lajur UD	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber: MKJI 1997

c) Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah (FC_{WB})

Tabel 2.11 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah (FC_{WB})

Pemisahan arah SP %--%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SF}	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Sumber: MKI 1997

Untuk jalan terbagi dan jalan satu-arah, faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah tidak dapat diterapkan dan nilai 1,0.

d) Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping dengan kerb

Tabel 2.12 Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping dengan kerb

Tipe jalan	Kelas Hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kerb panghalang FC_{SF}
		Jarak: kerb – panghalang (W_k)

		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau Jalan satu arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: MKJI 1997

e) Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{Cs})

Tabel 2.13 Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{Cs})

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
> 3	1,04

Sumber: MKJI 1997

2.4.4 Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas digunakan sebagai faktor utama dalam

penentuan tingkat kinerja impang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut memiliki masalah kapasitas atau tidak.

$$DS = Q/C \quad \dots (4.5)$$

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas dinyatakan dalam smp/jam. DS digunakan untuk analisa perilaku lalu-lintas berupa kecepatan

2.4.5 Kecepatan

Manual menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena mudah dimengerti dan diukur, dan merupakan masukan yang penting untuk biaya pemakai jalan dalam analisa ekonomi. Kecepatan tempuh didefinisikan dalam manual ini sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan (LV) sepanjang segmen jalan.

$$V = L/TT \quad \dots (4.6)$$

Keterangan:

V = Kecepatan rata-rata ruang LV (km/jam)

L = Panjang segmen (km)

TT = Waktu tempuh rata-rata LV sepanjang segmen (jam)

2.5 *Level of Service (LOS)*

LOS adalah ukuran kualitatif yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan. Baiknya pelayanan dapat dinyatakan dalam tingkat pelayanan *Level of Service (LOS)*. *Level of service (LOS)* merupakan ukuran kualitas sebagai rangkaian dari beberapa faktor yang mencakup kecepatan kendaraan dan waktu perjalanan, interupsi lalu lintas, kebebasan untuk manuever, keamanan, kenyamanan mengemudi, dan ongkos operasi (*operation cost*), sehingga LOS sebagai tolak ukur kualitas suatu kondisi lalu lintas, maka volume pelayanan harus kurang dari

kapasitas jalan itu sendiri. LOS yang tinggi didapatkan apabila *cycle time*-nya pendek, sebab *cycle time* yang pendek akan menghasilkan delay yang kecil. Dalam klasifikasi pelayanannya LOS dibagi menjadi 6 tingkatan yaitu:

1. Tingkat Pelayanan A
 - a. Arus lalu lintas bebas tanpa hambatan.
 - b. Volume dan kepadatan lalu lintas rendah
 - c. Kecepatan kendaraan ditentukan oleh pengemudi
2. Tingkat Pelayanan B
 - a. Arus lalu lintas stabil
 - b. Kecepatan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas, tetapi tetap dapat dipilih sesuai kehendak pengemudi
3. Tingkat Pelayanan C
 - a. Arus lalu lintas masih stabil
 - b. Kecepatan perjalanan dan kebebasan bergerak sudah dipengaruhi oleh besarnya volume lalu lintas sehingga pengemudi tidak dapat lagi memilih kecepatan yang diinginkan.
4. Tingkat Pelayanan D
 - a. Arus lalu lintas mulai memasuki arus tidak stabil.
 - b. Perubahan volume lalu lintas sangat mempengaruhi besarnya kecepatan perjalanan
5. Tingkat Pelayanan E
 - a. Arus lalu lintas sudah tidak stabil.
 - b. Volume kira-kira sama dengan kapasitas.
 - c. Sering terjadi kemacetan.
6. Tingkat Pelayanan F
 - a. Arus lalu lintas sudah tidak stabil.
 - b. Sering terjadi kemacetan total.
 - c. Arus lalu lintas rendah.

Tingkat tundaan dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan, baik untuk setiap pendekat maupun seluruh persimpangan. Kaitan antara tingkat pelayanan dan lamanya tundaan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.14 Indikator Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan	Tundaan (det/smp)	Keterangan
A	< 5	Baik Sekali
B	5,1-15	Baik
C	15,1-25	Sedang
D	25,1-40	Kurang
E	40,1-60	Buruk
F	>60	Buruk Sekali

Sumber: MKJI 1997

2.6 Penilaian Perilaku Lalu Lintas

Cara yang paling cepat untuk menilai hasilnya adalah dengan melihat derajat kejenuhan dari kondisi yang diamati, dan membandingkannya dengan pertumbuhan lalu-lintas tahunan dan "umur" fungsional yang diinginkan dari segmen jalan tersebut. Jika derajat kejenuhan yang diperoleh terlalu tinggi ($DS > 0,75$), pengguna manual mungkin ingin merubah asumsi yang berkaitan dengan penampang melintang jalan dan sebagainya, dan membuat perhitungan baru.

2.7 Analisa Regresi

Analisa regresi ini dilakukan untuk memprediksikan jumlah kendaraan di tahun yang akan datang karena diperkirakan kendaraan tiap tahunnya akan bertambah. Dalam menentukan pertumbuhan kendaraan diruas jalan jika menggunakan regresi minimal data volume yang harus didapatkan minimal dalam 5 tahun terakhir. Apabila data volume kendaraan 5 tahun di jalan tidak tersedia, maka digunakan cara pencarian data kepemilikan kendaraan pada wilayah studi.

2.7.1 Model analisa regresi linier sederhana

Apabila Regresi-Linier adalah metode statistik yang dapat digunakan untuk mempelajari hubungan antar sifat permasalahan yang sedang diselidiki.

Model analisis-linier dapat memodelkan hubungan antara 2 (dua) peubah atau lebih. Pada model ini terdapat peubah tidak bebas (y) yang memiliki hubungan fungsional dengan 1 (satu) atau lebih peubah bebas (Xi). Dalam kasus yang paling sederhana, hubungan secara umum dapat dinyatakan persamaan sebagai berikut:

Dalam kasus yang paling sederhana, hubungan secara umum dapat dinyatakan persamaan sebagai berikut:

$$Y' = a + Bx \quad \dots \dots (4.7)$$

Keterangan:

- Y' = Persamaan yang dihasilkan (nilai yang diprediksikan)
 X = Tahun yang dicari
 a = Konstanta (nilai Y' apabila X=0)
 b = Koefisien regresi (nilai peningkatan jika bernilai positif ataupun penurunan jika bernilai negatif)

Parameter a dan b dapat diperkirakan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil yang meminimalkan total kuadratis residual antara hasil model dengan pengamatan. Nilai parameter a dan b bisa didapatkan dari persamaan sebagai berikut:

$$b = \frac{n * \Sigma xy - (\Sigma x) - (\Sigma y)}{n * \Sigma x^2 - (\Sigma x^2)}$$

$$r = \frac{n * \Sigma xy - (\Sigma x * \Sigma y)}{\sqrt{((n * \Sigma x^2) - (\Sigma x^2) * (n * \Sigma y^2) - (\Sigma y^2))}}$$

$$a = \frac{(\Sigma y)(\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{n * \Sigma x^2 - (\Sigma x^2)}$$

BAB III METODOLOGI

3.1 Tujuan Metodologi

Tujuan dari metodologi adalah untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan Tugas Akhir ini, guna memperoleh pemecahan masalah sesuai dengan maksud dan tujuan yang telah ditetapkan melalui prosedur kerja yang sistematis, teratur dan tertib. Sehingga dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

3.2 Metodologi yang Digunakan

Adapun metodologi yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini meliputi:

1. Tahap Persiapan

Menyiapkan administrasi, yang meliputi:

- a. Mengurus perijinan untuk pengambilan data, misal: Surat Perijinan Kepada Departemen Teknik Infrastruktur Sipil untuk pengambilan data di lapangan ataupun di kantor Dinas Perhubungan Surabaya dan Kantor Badan Perencanaan dan Pembangunan Kota Surabaya.
- b. Mencari, mengumpulkan dan mempelajari informasi-informasi segala bentuk kegiatan yang dapat mendukung dan menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
- c. Melakukan survey pendahuluan untuk menentukan kapan hari dengan puncak arus lalu-lintas yang tinggi.

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan diperoleh dari survey langsung di lapangan dan dari instansi terkait. Terdapat 2 (dua) data yang dimaksud, yaitu data primer dan data sekunder, penjelasan dari data primer dan sekunder yang digunakan adalah sebagai berikut:

1) Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung yaitu dengan cara menyurvei kondisi di lapangan, antara lain:

- a. Data geometrik jalan
Data geometrik ini meliputi denah eksisting data lebar pendekat dan data lebar bahu jalan, data diperoleh dari hasil survey di lapangan.
- b. Tata guna lahan yang terbagi menjadi 3 tipe lingkungan jalan, yaitu:
 1. Komersial (COM)
 2. Permukiman (RES)
 3. Akses terbatas (RA)
- c. Data arus lalu lintas
Data arus lalu lintas adalah data arus kendaraan untuk tiap-tiap pendekat yang dibagi dalam 3 arus, yaitu:
 1. Arus kendaraan lurus (ST)
 2. Arus kendaraan belok kanan (RT)
 3. Arus kendaraan belok kiri mengikuti *traffic light* (LT) atau belok kiri langsung (LTOR)

Untuk masing-masing pendekat terdapat berbagai jenis kendaraan yang akan disurvei, yaitu:

 1. MC (*Motorcycle*) adalah sepeda motor.
 2. LV (*Light Vehicle*) adalah kendaraan ringan.
 3. HV (*Heavy Vehicle*) adalah kendaraan berat.
 4. UM (*Un Motorized*) adalah kendaraan tak bermotor.

2) Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan untuk penyelesaian Tugas Akhir ini bersumber dari Kantor Badan Perencanaan dan Pembangunan Kota Surabaya dan Badan Pusat Statistik Surabaya, adapun data yang bisa didapatkan adalah:

1. Data jumlah pertumbuhan penduduk di Kota Surabaya.

2. Data jumlah pertumbuhan kendaraan di Kota Surabaya.
3. Data tata guna lahan: Data ini meninjau tata guna lahan pada persimpangan Jalan Raya Jemursari – Jalan Jemur Andayani

3) Perhitungan Simpang Bersinyal dan Segmen

Berdasarkan data yang diperoleh, maka dapat dilakukan perhitungan seperti berikut:

Simpang Bersinyal:

1. Kapasitas (C)
2. Tundaan (D)
3. Derajat Kejenuhan (DS)
4. Panjang Antrian (QL)
5. Tundaan Simpang Rata-rata (DI)
6. Faktor perilaku yang berpengaruh terhadap kondisi lalu lintas simpang dan ruas jalan, apakah masih mampu melayani beban lalu lintas

Segmen:

1. Kapasitas (C)
2. Derajat Kejenuhan (DS)
3. Faktor perilaku yang berpengaruh terhadap kondisi lalu lintas simpang dan ruas jalan, apakah masih mampu melayani beban lalu lintas

4) Analisa dan Evaluasi Kinerja Simpang

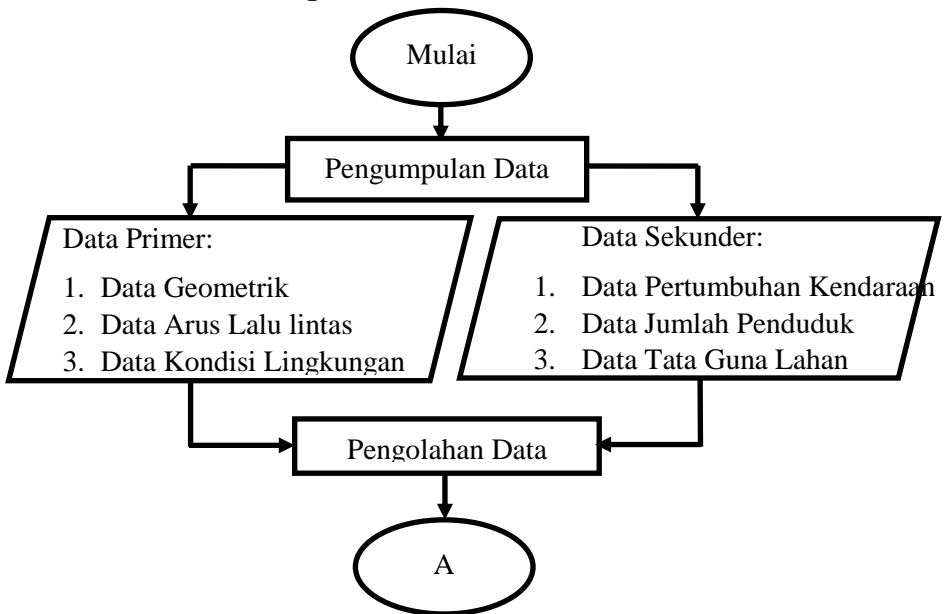
Setelah data tersebut diolah, maka akan diperoleh nilai DS. Selanjutnya dilakukan perbaikan kinerja simpang kondisi eksisting menggunakan beberapa alternatif, yaitu:

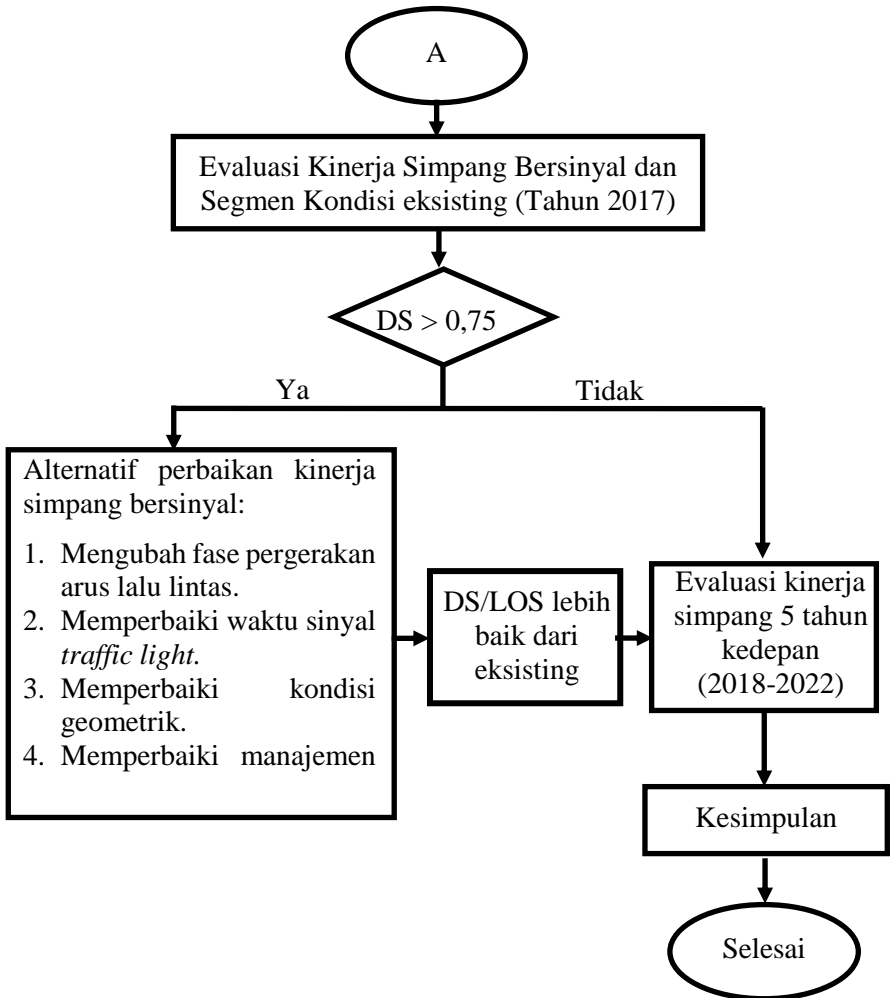
1. Mengubah fase pergerakan arus lalu lintas.
2. Memperbaiki waktu sinyal *traffic light*.
3. Memperbaiki kondisi geometrik.
4. Memperbaiki manajemen lalu lintas.
5. Atau kombinasi dari poin-poin diatas

5) Analisa dan Evaluasi Kinerja Segmen

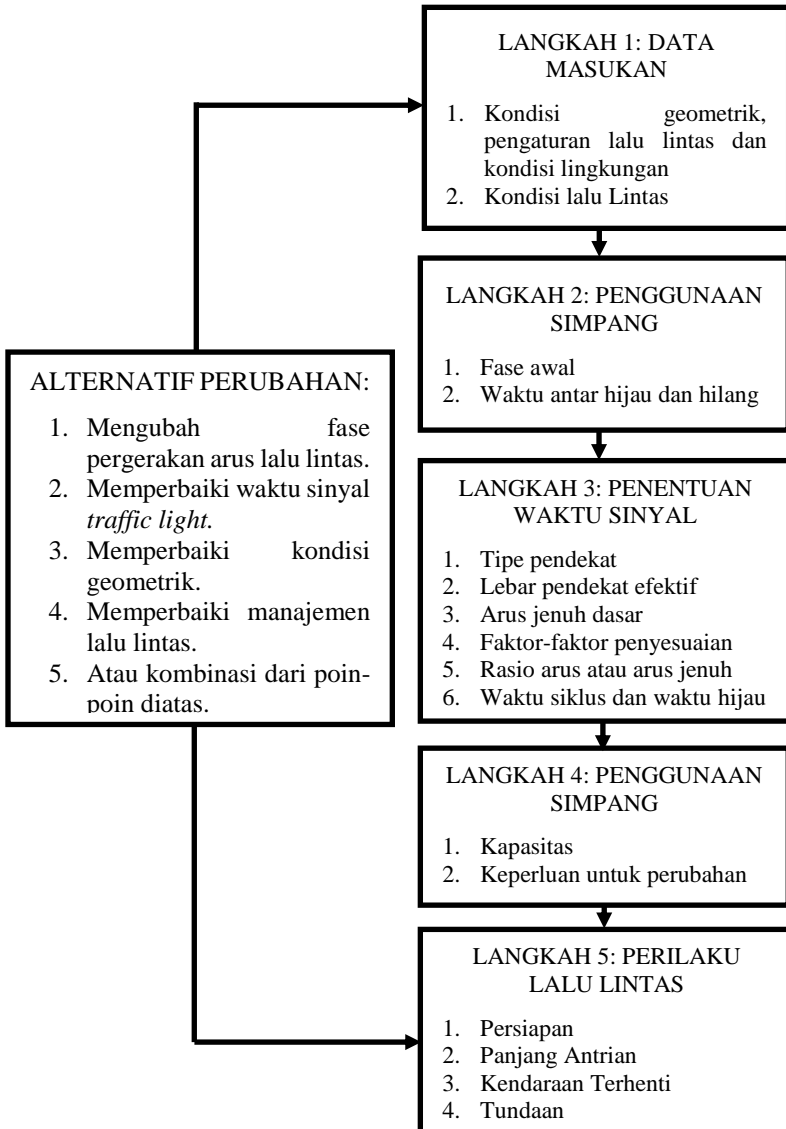
Setelah data tersebut diolah, maka akan diperoleh nilai DS. Selanjutnya dilakukan perbaikan kinerja segmen kondisi eksisting menggunakan beberapa alternatif, yaitu:

1. Memperbaiki manajemen lalu lintas.
2. Mengubah kondisi geometrik.
3. Atau kombinasi dari poin-poin diatas.

6) Dengan selesainya analisa persimpangan Jalan Raya Jemursari – Jalan Jemur Andayani, maka dapat disimpulkan proses pekerjaan Tugas Akhir ini telah selesai.**3.3 Diagram Alir****3.3.1 Pelaksanaan tugas akhir**



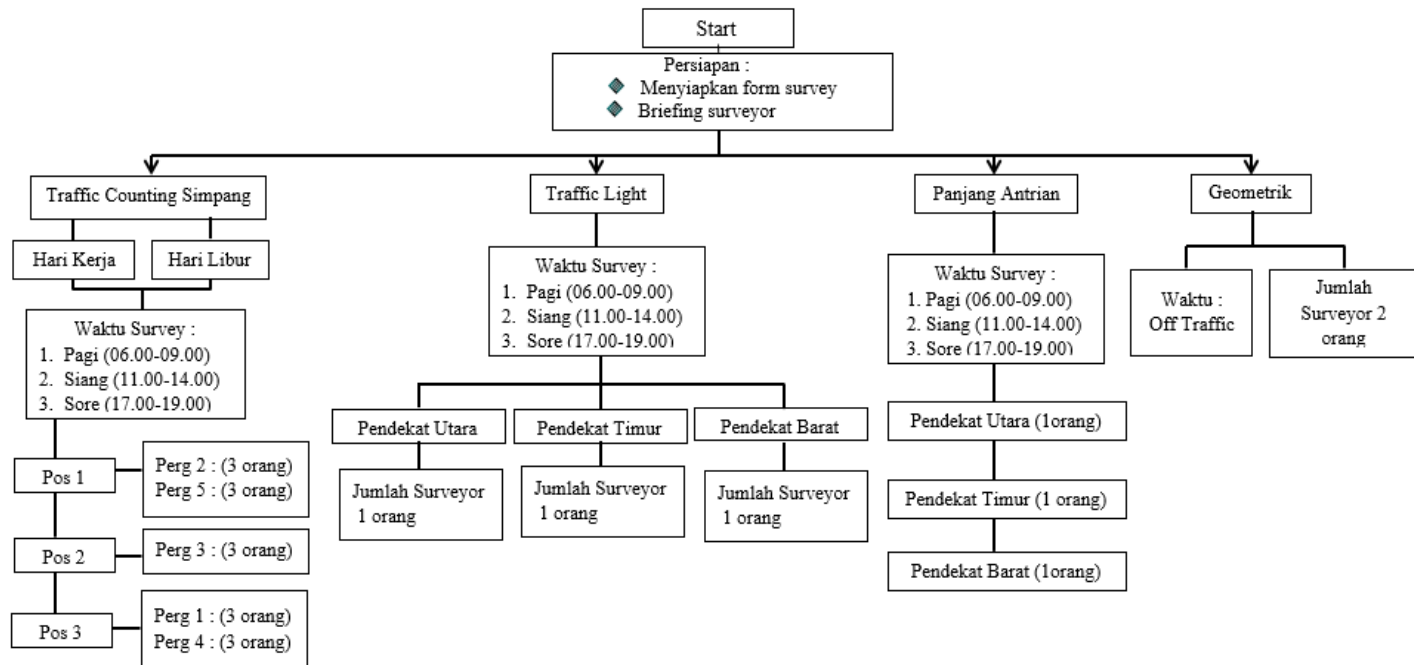
3.3.2 Analisa simpang bersinyal



3.3.3 Analisa jalan perkotaan (segmen)



3.3.4 Metode survey



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Terdapat dua data yang digunakan dalam pengerjaan, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengamatan langsung dilapangan dengan melakukan survey. Survey yang dilakukan adalah survey geometrik, survey volume lalu lintas, kondisi umum dan kondisi lingkungan, sedangkan data sekunder diperoleh berdasarkan informasi dari pihak terkait dalam hal ini adalah Badan Pusat Statistika Surabaya.

4.2 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya

Prediksi pertumbuhan regional mengenai transportasi pada masa yang akan datang sangatlah penting. Maka dari itu, pertumbuhan lalu lintas dapat diestimasi dengan penambahan jumlah kendaraan. Karena pertumbuhan lalu lintas dianggap sebanding dengan pertumbuhan kendaraan. Data jumlah kendaraan terdaftar di Surabaya tercatat dalam Tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya

TAHUN	Kendaraan Penumpang (LV)	Truk (HV)	Sepeda Motor (MC)
2011	275930	94622	1274660
2012	294780	103445	1402190
2013	311582	109342	1482115
2014	329343	115574	1566595
2015	348115	122162	1655891

Sumber: Badan Pusat Statistika Surabaya 2016

Prediksi terhadap tingkat pertumbuhan kapasitas kendaraan dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1. Metode regresi
2. Menggunakan asumsi pertumbuhan kendaraan per tahun.

Data jumlah kendaraan terdaftar seperti di atas, merupakan data sekunder yang digunakan untuk mencari nilai presentase pertumbuhan kendaraan setiap tahunnya. Selanjutnya hasil presentase tersebut akan dikalikan dengan volume kendaraan dari survey dilapangan yang merupakan data primer.

4.3 Analisa Pertumbuhan Kendaraan

Analisa pertumbuhan kendaraan digunakan untuk mendapatkan volume kendaraan untuk 5 tahun kedepan yang nantinya akan digunakan dalam analisa kinerja simpang dan segmen untuk 5 tahun kedepan. Data tersebut akan di regresi untuk mendapatkan persentase pertumbuhan tiap tahunnya. Terdapat 3 jenis kendaraan yang akan di

1. Pertumbuhan kendaraan ringan (LV)

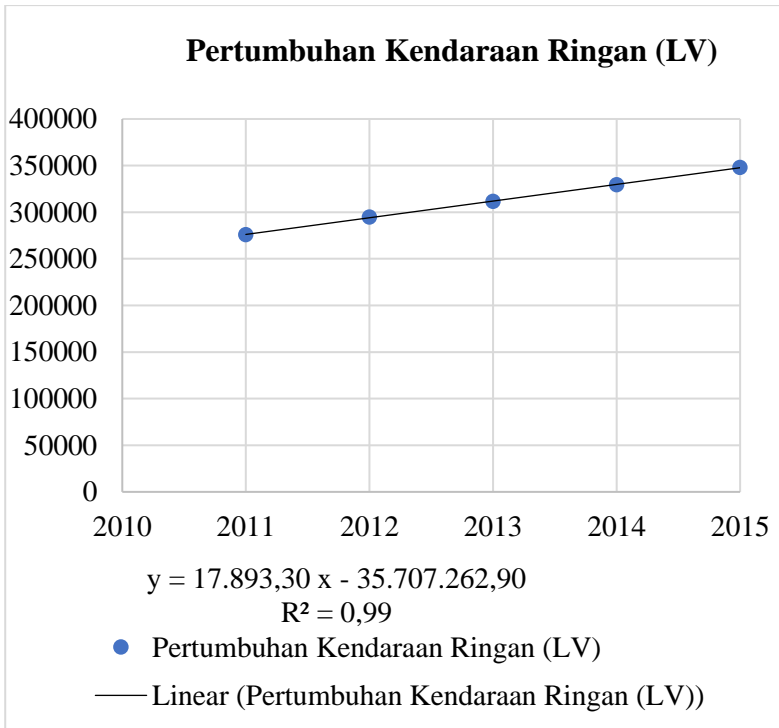
Pertumbuhan Mobil dapat dilihat dalam tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.2 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya

TAHUN	Kendaraan Penumpang (LV)
2011	275930
2012	294780
2013	311582
2014	329343
2015	348115

Sumber: Badan Pusat Statistika Surabaya 2016

Selanjutnya dilakukan analisa regresi dari Tabel 4.2, grafik analisa regresi dapat dilihat pada Gambar 4.1, sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik pertumbuhan kendaraan penumpang (LV)
 Sumber: Hasil analisa

Berdasarkan Analisa Regresi jumlah kendaraan penumpang diperoleh persamaan:

$$y = 17893x - 35707263$$

$$R^2 = 0,99$$

- a. Langkah-langkah perhitungan regresi pertumbuhan kendaraan penumpang (LV).

Nilai (y) tahun 2016, untuk nilai:

$$x = 2016$$

$$y = 17893x - 3570726$$

$$y = 17893(2016) - 35707263$$

$$y = 365025$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.3

- b. Langkah-langkah perhitungan faktor pertumbuhan kendaraan penumpang (LV).

$$i = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100\%$$

Keterangan :

i = Kenaikan kendaraan dalam intensitas Tahun

y₁ = Jumlah kendaraan per tahun pertama

y₂ = jumlah kendaraan pada tahun kedua

Nilai i tahun 2016

$$i = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100\%$$

$$i = \frac{365025 - 348115}{348115} \times 100\%$$

$$i = 4,86 \%$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Regresi dan Faktor Pertumbuhan Kendaraan Penumpang (LV)

TAHUN	Kendaraan Ringan (LV)	i (%)
2011	275930	
2012	294780	6,83
2013	311582	5,69
2014	329343	5,70
2015	348115	5,69
2016	365025	4,85
2017	382918	4,90
2018	400811	4,67

2019	418704	4,46
2020	436597	4,27
2021	454490	4,09
2022	472383	3,93
2023	490276	3,78
2024	508169	3,64

Sumber: Hasil Analisa

2. Pertumbuhan Truk (HV)

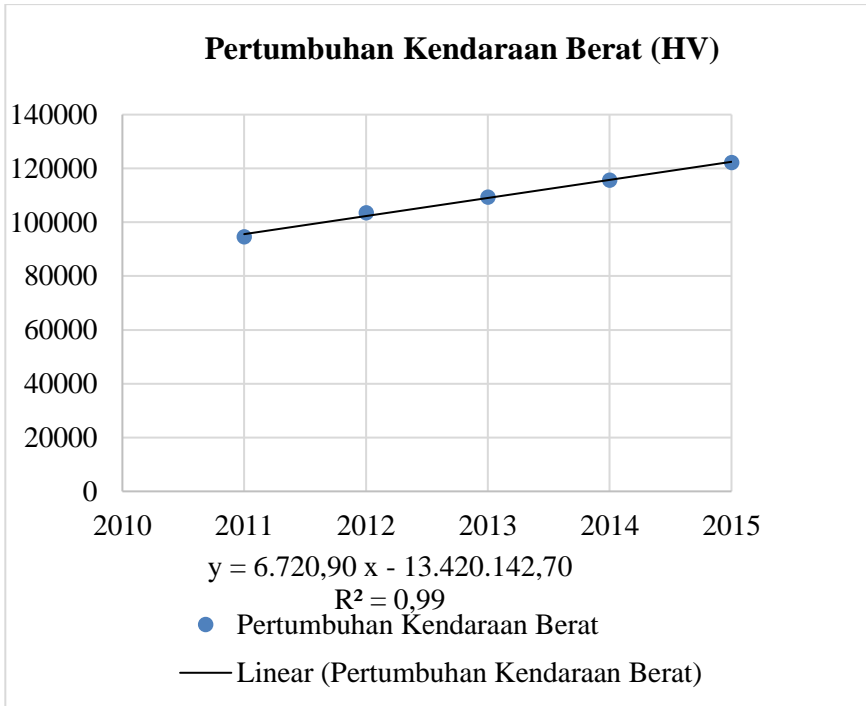
Pertumbuhan Truk dapat dilihat dalam tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.4 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya

TAHUN	Truk (HV)
2011	94622
2012	103445
2013	109342
2014	115574
2015	122162

Sumber: Badan Pusat Statistika Surabaya 2016

Selanjutnya dilakukan analisa regresi dari Tabel 4.4, grafik analisa regresi dapat dilihat pada Gambar 4.2, sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik pertumbuhan kendaraan berat (HV)

Sumber: Hasil analisa

Berdasarkan Analisa Regresi jumlah kendaraan penumpang diperoleh persamaan:

$$y = 6790,9x - 13420142,7$$

$$R^2 = 0,99$$

- a. Langkah-langkah perhitungan regresi pertumbuhan Truk (HV).

Nilai (y) tahun 2016, untuk nilai:

$$x = 2016$$

$$y = 6790,9x - 13420142,7$$

$$y = 6790,9(2016) - 13420142,7$$

$$y = 129191,4$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.5

- b. Langkah-langkah perhitungan faktor pertumbuhan kendaraan Truk (HV).

$$i = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100\%$$

Dimana :

i = Kenaikan kendaraan dalam intensitas 1 Tahun

y₁ = Jumlah kendaraan per tahun pertama

y₂ = jumlah kendaraan pada tahun kedua

Nilai i tahun 2016

$$i = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100\%$$

$$i = \frac{129191,4 - 122162}{122162} \times 100\%$$

$$i = 5,75 \%$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan dan Faktor Pertumbuhan Truk (HV)

TAHUN	Kendaraan Truk (HV)	i (%)
2011	94622	
2012	103445	9,32
2013	109342	5,70
2014	115574	5,69
2015	122162	5,70
2016	129191,4	5,75
2017	135912,3	5,20
2018	142633,2	4,94
2019	149354,1	4,71
2020	156075	4,49

2021	162795,9	4,30
2022	169516,8	4,12
2023	176237,7	3,96
2024	182958,6	3,81

Sumber: Hasil analisa

3. Pertumbuhan Sepeda Motor (MC)

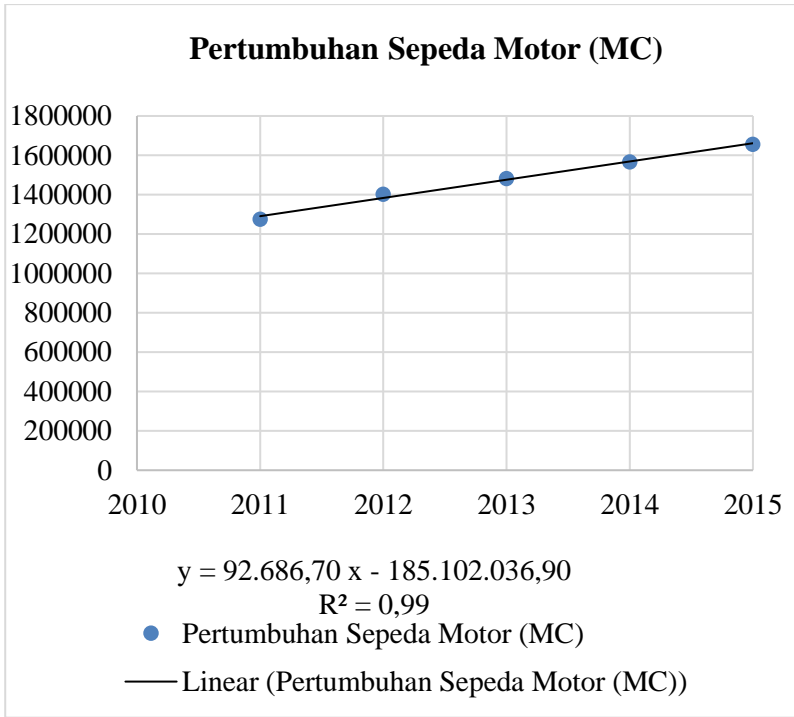
Pertumbuhan Sepeda Motor dapat dilihat dalam Tabel 4.6 dibawah ini:

Tabel 4.6 Data Jumlah Kendaraan Terdaftar di Surabaya

TAHUN	Sepeda Motor (MC)
2011	1274660
2012	1402190
2013	1482115
2014	1566595
2015	1655891

Sumber: Badan Pusat Statistika Surabaya 2016

Selanjutnya dilakukan analisa regresi dari Tabel 4.6, grafik analisa regresi dapat dilihat pada Gambar 4.3, sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik Pertumbuhan Sepeda Motor (MC)
 Sumber: Hasil analisa

Berdasarkan Analisa Regresi jumlah kendaraan penumpang diperoleh persamaan:

$$y = 92686,7x - 185102036,9$$

$$R^2 = 0,99$$

- a. Langkah-langkah perhitungan regresi pertumbuhan Sepeda Motor (MC).

Nilai (y) tahun 2016, untuk nilai:

$$x = 2016$$

$$y = 92686,7x - 185102036,9$$

$$y = 92686,7(2016) - 185102036,9$$

$$y = 1754955$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.7

- b. Langkah-langkah perhitungan faktor pertumbuhan Sepeda Motor (HV).

$$i = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100\%$$

Dimana :

i = Kenaikan kendaraan dalam intensitas 1 Tahun

y_1 = Jumlah kendaraan per tahun pertama

y_2 = jumlah kendaraan pada tahun kedua

Nilai i tahun 2016

$$i = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100\%$$

$$i = \frac{1754955 - 1655891}{1655891} \times 100\%$$

$$i = 5,98 \%$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Regresi dan Faktor Pertumbuhan Sepeda Motor (MC)

TAHUN	Sepeda Motor (MC)	i (%)
2011	1274660	
2012	1402190	10,00
2013	1482115	5,70
2014	1566595	5,69
2015	1655891	5,70
2016	1754955	5,98
2017	1847642	5,28
2018	1940329	5,02
2019	2033016	4,77

2020	2125703	4,55
2021	2218390	4,36
2022	2311077	4,17
2023	2403764	4,01
2024	2496451	3,85

Sumber : Hasil Analisa

4.4 Analisa Pertumbuhan Penduduk

Prediksi pertumbuhan penduduk pada masa yang akan datang memiliki peran penting dalam proses analisa. Maka dari itu, pertumbuhan penduduk dihitung untuk digunakan dalam perhitungan menggunakan software KAJI. Data pertumbuhan penduduk didapatkan dari Dinas Kependudukan. Berikut data pertumbuhan penduduk pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Jumlah Penduduk Kota Surabaya

TAHUN	JUMLAH	i (%)
2013	3200634	
2014	2774169	-13,32
2015	2943888	6,12
2016	3016643	2,47

Sumber: Dinas Kependudukan

Dengan menggunakan metode yang sama dalam perhitungan data jumlah kendaraan 5 tahun maka didapatkan hasil regresi Jumlah Penduduk Surabaya untuk 5 tahun ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Regresi Jumlah Penduduk Surabaya

TAHUN	JUMLAH	i (%)
2013	3200634	
2014	2774169	-13,32
2015	2943888	6,12
2016	3016643	2,47
2017	2888270	-4,25
2018	2850044	-1,32
2019	2811819	-1,34
2020	2773593	-1,35
2021	2735368	-1,37
2022	2697143	-1,39
2023	2658917	-1,42

Sumber: Hasil Perhitungan

4.5 Data Survey Volume Lalu Lintas

Data survey volume lalu lintas dilakukan dua kali yaitu pada hari kerja dan hari libur, yang sebelumnya telah dilakukan survey pendahuluan selama 3 hari untuk hari kerja (selasa, rabu, kamis) dan 2 hari untuk hari libur (sabtu dan minggu) dan terpilih untuk hari kerja adalah Selasa, 7 Maret 2017 dan hari libur adalah Sabtu, 11 Maret 2017.

Adapun survey dilakukan pada 3 waktu puncak selama satu hari, yaitu pada puncak pagi (jam 06.00 WIB – 09.00 WIB), puncak siang (jam 11.00 WIB – 14.00 WIB) dan puncak sore (jam 16.00 WIB – 19.00 WIB). Untuk penjelasan mengenai pelaksanaan survey volume lalu lintas simpang bersinyal lihat bab III.

4.6 Perhitungan Penentuan Jam Puncak

Perhitungan dimulai dengan merekapitulasi hasil survey counting. Contoh perhitungan untuk jam puncak pagi simpang bersinyal pada pergerakan 1 (Utara RT) hari Selasa, 7 Maret 2017, dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perhitungan Volume Kendaraan per Jam

WAKTU	KENDARAAN/5 MENIT				WAKTU	KENDARAAN/JAM				TOTAL smp/jam
	LV	HV	MC	UM		LV	HV	MC	UM	
06.00 – 06.05	43	1	70	0						
06.05 – 06.10	47	0	91	2						
06.10 – 06.15	69	2	121	1						
06.15 – 06.20	42	1	87	0						
06.20 – 06.25	64	1	158	0						
06.25 – 06.30	51	0	109	0						
06.30 – 06.35	93	0	165	0						
06.35 – 06.40	68	0	121	0						
06.40 – 06.45	98	1	187	0						
06.45 – 06.50	68	0	153	0						
06.50 – 06.55	100	1	171	0						
06.55 – 07.00	77	2	97	0	06.00 – 07.00	820	9	1530	3	1138
07.00 – 07.05	132	0	156	0	06.05 – 07.05	909	8	1616	3	1243
07.05 – 07.10	54	0	153	0	06.10 – 7.10	916	8	1678	1	1262
07.10 – 07.15	91	0	89	0	06.15 – 07.15	938	6	1646	0	1275
07.15 – 07.20	13	1	94	1	06.20 – 07.20	909	6	1653	1	1247
07.20 – 07.25	61	1	200	1	06.25 – 07.25	906	6	1695	2	1253
07.25 – 07.30	105	1	145	0	06.30 – 07.30	960	7	1731	2	1315
07.30 – 07.35	90	2	177	0	06.35 – 07.35	957	9	1743	2	1317
07.35 – 07.40	53	2	111	0	06.40 – 07.40	942	11	1733	2	1303
07.40 – 07.45	40	0	112	2	06.45 – 7.45	884	10	1658	4	1229
07.45 – 07.50	84	0	179	2	06.50 – 07.50	900	10	1684	6	1250
07.50 – 07.55	95	1	141	0	06.55 – 07.55	895	10	1654	6	1239
07.55 – 08.00	62	0	100	0	07.00 – 08.00	880	8	1657	6	1222
08.00 – 08.05	106	0	148	1	07.05 – 08.05	854	8	1649	7	1194
08.05 – 08.10	52	0	112	1	07.10 – 08.10	852	8	1608	8	1184
08.10 – 08.15	93	0	134	0	07.15 – 08.15	854	8	1653	8	1195
08.15 – 08.20	82	0	137	1	07.20 – 08.20	923	7	1696	8	1271
08.20 – 08.25	63	0	84	0	07.25 – 08.25	925	6	1580	7	1249
08.25 – 08.30	59	0	91	0	07.30 – 08.30	879	5	1526	7	1191
08.30 – 08.35	47	0	47	0	07.35 – 08.35	836	3	1396	7	1119
08.35 – 08.40	49	1	95	0	07.40 – 08.40	832	2	1380	7	1111
08.40 – 08.45	88	0	138	1	07.45 – 08.45	880	2	1406	6	1164
08.45 – 08.50	54	1	101	0	07.50 – 08.50	850	3	1328	4	1120
08.50 – 08.55	17	1	36	0	07.55 – 08.55	772	3	1223	4	1021
08.55 – 09.00	45	0	110	1	08.00 – 09.00	755	3	1233	5	1006

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil survey counting yang memiliki periode waktu per 5 menit selanjutnya dilakukan perhitungan kendaraan untuk mengetahui banyaknya kendaraan dalam rentang waktu tiap jam , contoh volume untuk jam 06.00 – 07.00 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 LV &= \text{jumlah kendaraan LV per 5 menit mulai pukul 06.00} \\
 &\quad \text{sampai 07.00} \\
 &= 43+47+69+42+64+51+93+68+98+68+100+77 = 820 \\
 &\quad \text{kend.}
 \end{aligned}$$

Sama halnya untuk perhitungan volume HV, MC, UM. Selanjutnya dilakukan perhitungan volume kendaraan per jam menjadi smp per jam, contoh perhitungan jam 06.00 – 07.00 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 LV &= 820 \text{ kend/jam} \\
 &= 820 \times \text{koefisien LV smp perjam} \\
 &= 820 \times 1 \\
 &= 820 \text{ smp/jam} \\
 HV &= 9 \text{ kend/jam} \\
 &= 9 \times \text{koefisien HV smp perjam} \\
 &= 9 \times 1,3 \\
 &= 12 \text{ smp/jam} \\
 MC &= 1530 \text{ kend/jam} \\
 &= 1530 \times \text{koefisien MC smp perjam} \\
 &= 1530 \times 0,2 \\
 &= 306 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Begitu pula untuk perhitungan volume LV, HV, MC, UM di jam berikutnya disesuaikan dengan kondisi smp/jam masing-masing.

Dari hasil perhitungan volume kendaraan smp per jam kemudian dilakukan penjumlahan seluruhnya.

Perhitungan volume untuk jam 06.00 – 07.00 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &\text{Total seluruh kendaraan (smp/jam)} \\
 &= LV + HV + MC + UM \\
 &= (820 + 12 + 306 + 0) \text{ smp/jam} \\
 &= 1138 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Hasil total kendaraan (smp/jam) masing-masing titik survey dari keseluruhan 7 pergerakan selanjutnya direkapitulasi sesuai dengan rentang waktu perjam kemudian dijumlahkan sehingga akan diketahui jam puncak simpang bersinyal perjam. Lihat tabel

4.11 jam puncak pagi simpang bersinyal adalah pukul 07.20 – 08.20

Tabel 4.11 rekapitulasi jam puncak pagi simpang bersinyal

WAKTU	Total Kendaraan (smp/jam) Tiap Pergerakan							Total (smp/jam)
	1	2	3	4	5	6	7	
06.00 – 07.00	1138	226	512	666	901	1469	132	5042
06.05 – 07.05	1243	239	506	640	943	1451	131	5154
06.10 – 07.10	1262	241	503	636	938	1469	136	5185
06.15 – 07.15	1275	245	495	627	945	1478	132	5197
06.20 – 07.20	1247	248	504	597	919	1503	138	5156
06.25 – 07.25	1253	238	467	617	976	1465	133	5149
06.30 – 07.30	1315	230	522	619	997	1505	127	5316
06.35 – 07.35	1317	232	499	619	980	1530	126	5304
06.40 – 07.40	1303	236	470	625	993	1542	130	5300
06.45 – 07.45	1229	242	463	628	977	1585	130	5253
06.50 – 07.50	1250	249	458	628	1004	1576	130	5296
06.55 – 07.55	1239	259	452	622	991	1580	133	5276
07.00 – 08.00	1222	262	472	624	1012	1580	128	5299
07.05 – 08.05	1194	269	504	660	981	1562	125	5296
07.10 – 08.10	1184	264	530	668	972	1552	141	5311
07.15 – 08.15	1195	266	539	673	943	1566	155	5337
07.20 – 08.20	1271	262	546	685	907	1551	161	5382
07.25 – 08.25	1249	265	554	661	887	1559	177	5351
07.30 – 08.30	1191	274	509	654	879	1555	189	5251
07.35 – 08.35	1119	275	530	644	873	1537	197	5175
07.40 – 08.40	1111	269	555	636	865	1514	203	5153
07.45 – 08.45	1164	275	556	626	860	1468	205	5155
07.50 – 08.50	1120	280	561	625	820	1431	209	5046
07.55 – 08.55	1021	270	543	628	800	1432	214	4907
08.00 – 09.00	1006	271	521	614	784	1410	215	4821

Sumber: Hasil Perhitungan

Setelah diketahui jam puncak pagi simpang bersinyal adalah pukul 07.20 – 08.20, maka volume kendaraan perjam yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya adalah volume kendaraan pada rentang waktu tersebut. Lihat tabel 4.10

Tabel 4.11 Rekapitulasi Volume Kendaraan per Jam

WAKTU	KENDARAAN/5 MENIT				WAKTU	KENDARAAN/JAM				TOTAL smp/jam
	LV	HV	MC	UM		LV	HV	MC	UM	
06.00 – 06.05	43	1	70	0						
06.05 – 06.10	47	0	91	2						
06.10 – 06.15	69	2	121	1						
06.15 – 06.20	42	1	87	0						
06.20 – 06.25	64	1	158	0						
06.25 – 06.30	51	0	109	0						
06.30 – 06.35	93	0	165	0						
06.35 – 06.40	68	0	121	0						
06.40 – 06.45	98	1	187	0						
06.45 – 06.50	68	0	153	0						
06.50 – 06.55	100	1	171	0						
06.55 – 07.00	77	2	97	0	06.00 – 07.00	820	9	1530	3	1138
07.00 – 07.05	132	0	156	0	06.05 – 07.05	909	8	1616	3	1243
07.05 – 07.10	54	0	153	0	06.10 – 7.10	916	8	1678	1	1262
07.10 – 07.15	91	0	89	0	06.15 – 07.15	938	6	1646	0	1275
07.15 – 07.20	13	1	94	1	06.20 – 07.20	909	6	1653	1	1247
07.20 – 07.25	61	1	200	1	06.25 – 07.25	906	6	1695	2	1253
07.25 – 07.30	105	1	145	0	06.30 – 07.30	960	7	1731	2	1315
07.30 – 07.35	90	2	177	0	06.35 – 07.35	957	9	1743	2	1317
07.35 – 07.40	53	2	111	0	06.40 – 07.40	942	11	1733	2	1303
07.40 – 07.45	40	0	112	2	06.45 – 7.45	884	10	1658	4	1229
07.45 – 07.50	84	0	179	2	06.50 – 07.50	900	10	1684	6	1250
07.50 – 07.55	95	1	141	0	06.55 – 07.55	895	10	1654	6	1239
07.55 – 08.00	62	0	100	0	07.00 – 08.00	880	8	1657	6	1222
08.00 – 08.05	106	0	148	1	07.05 – 08.05	854	8	1649	7	1194
08.05 – 08.10	52	0	112	1	07.10 – 08.10	852	8	1608	8	1184
08.10 – 08.15	93	0	134	0	07.15 – 08.15	854	8	1653	8	1195
08.15 – 08.20	82	0	137	1	07.20 – 08.20	923	7	1696	8	1271
08.20 – 08.25	63	0	84	0	07.25 – 08.25	925	6	1580	7	1249
08.25 – 08.30	59	0	91	0	07.30 – 08.30	879	5	1526	7	1191
08.30 – 08.35	47	0	47	0	07.35 – 08.35	836	3	1396	7	1119
08.35 – 08.40	49	1	95	0	07.40 – 08.40	832	2	1380	7	1111
08.40 – 08.45	88	0	138	1	07.45 – 08.45	880	2	1406	6	1164
08.45 – 08.50	54	1	101	0	07.50 – 08.50	850	3	1328	4	1120
08.50 – 08.55	17	1	36	0	07.55 – 08.55	772	3	1223	4	1021
08.55 – 09.00	45	0	110	1	08.00 – 09.00	755	3	1233	5	1006

Sumber: Hasil Perhitungan

Maka volume kendaraan pada pergerakan 1 (Utara RT) yang digunakan dalam perhitungan selanjutnya adalah volume kendaraan pada pukul 07.20 – 08.20 yaitu:

LV = 923 kend/jam
 HV = 7 kend/jam
 MC = 1696 kend/jam
 UM = 8 kend/jam

Dengan cara perhitungan yang sama, perhitungan puncak pagi, siang dan sore pada hari kerja dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Rekapitulasi Volume Kendaraan pada Jam Puncak Simpang Bersinyal, Pada Hari Kerja

Puncak Pagi (07.20 – 08.20)	Pergerakan	Pendekat	Kend / Jam				Total
			LV	HV	MC	UM	
	LTOR	Jemursari Utara	183	0	396	4	583
	RT	Jemursari Utara	923	7	1696	8	2634
	ST	Jemur Andayani Timur	300	1	1916	10	2227
	RT	Jemur Andayani Timur	345	0	1004	6	1355
	LTOR	Jemursari Barat	691	5	4267	20	4983
	ST	Jemursari Barat	315	1	2953	11	3280

Puncak Siang (12.50 – 13.50)	Pergerakan	Pendekat	Kend / Jam				Total
			LV	HV	MC	UM	
	LTOR	Jemursari Utara	274	6	387	0	667
	RT	Jemursari Utara	793	86	1252	1	2132
	ST	Jemur Andayani Timur	474	37	986	3	1500
	RT	Jemur Andayani Timur	268	0	373	6	647

	LTOR	Jemursari Barat	700	21	1256	9	1986
	ST	Jemursari Barat	436	13	1166	1	1616

Puncak Sore (16.25 – 17.25)	Pergerakan	Pendekat	Kend / Jam				Total
			LV	HV	MC	UM	
	LTOR	Jemursari Utara	187	2	399	1	589
	RT	Jemursari Utara	860	6	3309	2	4177
	ST	Jemur Andayani Timur	312	0	2692	1	3005
	RT	Jemur Andayani Timur	260	0	794	8	1062
	LTOR	Jemursari Barat	644	9	2366	0	3019
	ST	Jemursari Barat	401	0	2388	7	2796

Sumber: Hasil Perhitungan

Dengan cara perhitungan yang sama, perhitungan puncak pagi, siang dan sore pada hari libur dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Rekapitulasi Volume Kendaraan pada Jam Puncak
Simpang Bersinyal, Pada Hari Libur

Puncak Pagi (07.10 – 08.10)	Pergerakan	Pendekat	Kend / Jam				Total
			LV	HV	MC	UM	
	LTOR	Jemursari Utara	166	0	317	2	485
	RT	Jemursari Utara	686	13	1372	4	2075
	ST	Jemur Andayani Timur	367	3	1188	9	1567
	RT	Jemur Andayani Timur	215	1	705	4	925
	LTOR	Jemursari Barat	616	3	3154	17	3790
	ST	Jemursari Barat	317	0	2693	11	3021

Puncak Siang (12.15 – 13.15)	Pergerakan	Pendekat	Kend / Jam				Total
			LV	HV	MC	UM	
	LTOR	Jemursari Utara	239	8	298	2	547
	RT	Jemursari Utara	972	128	1490	0	2590
	ST	Jemur Andayani Timur	442	46	1521	5	2014
	RT	Jemur Andayani Timur	296	5	723	1	1025
	LTOR	Jemursari Barat	762	35	1253	6	2056
	ST	Jemursari Barat	542	21	1309	5	1877

Puncak Sore (16.40 – 17.40)	Pergerakan	Pendekat	Kend / Jam				Total
			LV	HV	MC	UM	
	LTOR	Jemursari Utara	280	0	373	1	654
	RT	Jemursari Utara	1224	6	1747	4	2981
	ST	Jemur Andayani Timur	405	1	1578	8	1992
	RT	Jemur Andayani Timur	269	2	612	1	884
	LTOR	Jemursari Barat	495	10	1037	4	1546
	ST	Jemursari Barat	430	1	1460	0	1891

Sumber: Hasil Perhitungan

4.7 Perhitungan Volume Kendaraan 5 Tahun

Setelah didapatkan volume kendaraan pada jam puncak dan angka pertumbuhan kendaraan (i %) tiap tahunnya pada Tabel 4.5 – Tabel 4.7, maka dapat dihitung besarnya volume kendaraan pada tahun-tahun selanjutnya. Contoh perhitungan sebagai berikut:

Contoh perhitungan untuk pergerakan LTOR – Utara:

i % kendaraan ringan 2018 = 4,673 %

i % kendaraan berat 2018 = 4,945 %

i % sepeda motor 2018 = 5,017 %

- LV 2018 = $183 + (183 \times i\% / 100)$
 = $183 + (183 \times 4,673\% / 100)$
 = 192

- HV 2018 $= 0 + (0 \times i\% / 100)$
 $= 0 + (0 \times 4,945\% / 100)$
 $= 0$
- MC 2018 $= 396 + (396 \times i\% / 100)$
 $= 396 + (396 \times 5,017\% / 100)$
 $= 416$

Dengan cara perhitungan yang sama, dilakukan perhitungan untuk puncak pagi pada hari kerja dan hari libur. Hasil perhitungan volume kendaraan untuk 5 tahun (2018 – 2022) dapat dilihat pada Tabel 4.14 sampai Tabel 4.23

Tabel 4.14 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2018 untuk Puncak Pagi Hari Kerja

		LV	HV	MC	UM
Jemursari Utara	LTOR	192	0	416	4
	RT	966	7	1781	8
Jemur Andayani Timur	ST	314	1	2012	11
	RT	361	1	1054	6
Jemursari Barat	LTOR	723	0	4481	21
	ST	330	1	3101	12

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.15 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2019 untuk Puncak Pagi Hari Kerja

		LV	HV	MC	UM
Jemursari Utara	LTOR	200	0	436	4
	RT	1009	8	1866	9
Jemur Andayani Timur	ST	328	1	2108	11
	RT	377	1	1105	7
Jemursari Barat	LTOR	756	0	4695	22
	ST	344	1	3249	12

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.16 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2020 untuk Puncak Pagi Hari Kerja

		LV	HV	MC	UM
Jemursari Utara	LTOR	209	0	457	5
	RT	1052	8	1955	9
Jemur Andayani Timur	ST	342	1	2209	12
	RT	393	1	1158	7
Jemursari Barat	LTOR	788	0	4919	23
	ST	359	1	3404	13

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.17 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2021 untuk Puncak Pagi Hari Kerja

		LV	HV	MC	UM
Jemursari Utara	LTOR	217	0	478	5
	RT	1096	8	2049	10
Jemur Andayani Timur	ST	356	1	2314	12
	RT	409	1	1213	7
Jemursari Barat	LTOR	820	0	5154	24
	ST	374	1	3567	13

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.18 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2022 untuk Puncak Pagi Hari Kerja

		LV	HV	MC	UM
Jemursari Utara	LTOR	226	0	501	5
	RT	1139	9	2147	10
Jemur Andayani Timur	ST	370	1	2425	13
	RT	426	1	1271	8

Jemursari Barat	LTOR	852	0	5401	25
	ST	389	1	3738	14

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.19 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2018 untuk Puncak Pagi Hari Libur

		LV	HV	MC	UM
Jemursari Utara	LTOR	174	0	333	2
	RT	718	14	1441	4
Jemur Andayani Timur	ST	384	3	1248	9
	RT	225	1	740	4
Jemursari Barat	LTOR	645	3	3312	18
	ST	332	0	2828	12

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.20 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2019 untuk Puncak Pagi Hari Libur

		LV	HV	MC	UM
Jemursari Utara	LTOR	182	0	349	2
	RT	750	14	1510	4
Jemur Andayani Timur	ST	401	3	1307	10
	RT	235	1	776	4
Jemursari Barat	LTOR	674	3	3470	19
	ST	347	0	2963	12

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.21 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2020 untuk Puncak Pagi Hari Libur

		LV	HV	MC	UM
Jemursari Utara	LTOR	189	0	365	2
	RT	782	15	1582	5
Jemur Andayani Timur	ST	418	3	1370	10
	RT	245	1	813	5
Jemursari Barat	LTOR	702	3	3636	20
	ST	361	0	3105	13

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.22 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2021 untuk Puncak Pagi Hari Libur

		LV	HV	MC	UM
Jemursari Utara	LTOR	197	0	383	2
	RT	814	16	1657	5
Jemur Andayani Timur	ST	436	4	1435	11
	RT	255	1	852	5
Jemursari Barat	LTOR	731	4	3810	21
	ST	376	0	3253	13

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.23 Rekapitulasi Volume Kendaraan 2022 untuk Puncak Pagi Hari Libur

		LV	HV	MC	UM
Jemursari Utara	LTOR	205	0	401	3
	RT	846	16	1736	5
Jemur Andayani Timur	ST	453	4	1504	11
	RT	265	1	892	5

Jemursari Barat	LTOR	760	4	3992	22
	RT	391	0	3408	14

Sumber: Hasil Perhitungan

4.8 Data Kondisi Lingkungan

Data Kondisi Lingkungan diperoleh dari pengamatan langsung atau survey. Data yang mencakup kondisi lingkungan antara lain adalah:

1. Tipe Lingkungan.
2. Hambatan Samping.
3. Median.
4. Belok Kiri Langsung.

Penjelasan penentuan data tersebut adalah sebagai berikut:

a. Tipe Lingkungan.

Pada simpang bersinyal Jalan Raya Jemursari – Jalan Jemur Andayani didapatkan tipe lingkungan sebagai berikut:

Pendekat Jemursari Utara	: Komersil (COM)
Pendekat Jemur Andayani Timur	: Perumahan (RES)
Pendekat Jemursari Barat	: Komersil (COM)

b. Hambatan Samping.

Pada simpang bersinyal Jalan. Raya Jemursari – Jalan. Jemur Andayani terdapat hambatan samping pada setiap pendekat sebagai berikut:

Pendekat Jemursari Utara	: Rendah
Pendekat Jemur Andayani Timur	: Tinggi
Pendekat Jemursari Barat	: Tinggi

c. Median.

Pada simpang bersinyal Jalan. Raya Jemursari – Jalan. Jemur Andayani penentuan median pada setiap pendekat sebagai berikut:

Pendekat Jemursari Utara	: Ada
Pendekat Jemur Andayani Timur	: Ada
Pendekat Jemursari Barat	: Ada

d. Belok Kiri Langsung (LTOR)

Pada simpang bersinyal Jalan. Raya Jemursari – Jalan. Jemur Andayani penentuan LTOR pada setiap pendekat sabagai berikut:

Pendekat Jemursari Utara	: Ada
Pendekat Jemur Andayani Timur	: Tidak Ada
Pendekat Jemursari Barat	: Ada

4.9 Data Geometrik

Sesuai dengan denah geometrik persimpangan seperti pada Lampiran 1 dijelaskan lebar pendekat, lebar masuk, lebar keluar dan lebar LTOR Jalan Raya Jemursari - Jalan Jemur Andayani yang merupakan simpang tiga lengan sebagai berikut :

1. Pendekat Utara (Jalan Jemursari)

Lebar Pendekat (WA)	: $8\text{ m} + 4\text{ m} = 12\text{ m}$
Lebar LTOR (WLTOR)	: 4 m
Lebar Efektif	: $12\text{ m} - 4\text{ m} = 8\text{ m}$
Lebar Masuk (WMasuk)	: $6\text{ m} + 4,5\text{ m} = 10,5\text{ m}$
Lebar Keluar (WKeluar)	: $3\text{ m} + 3\text{ m} + 2,5\text{ m} = 8,5\text{ m}$
Median	: Ada
Trotoar	: Ada

2. Pendekat Timur (Jalan Jemur Andayani)

Lebar Pendekat (WA)	: $4,4\text{ m} + 3,8\text{ m} = 8,2\text{ m}$
Lebar Masuk (WMasuk)	: $8,2\text{ m}$
Lebar Keluar (WKeluar)	: $8,5\text{ m}$
Median	: Ada
Trotoar	: Ada

3. Pendekat Barat (Jalan Jemursari)

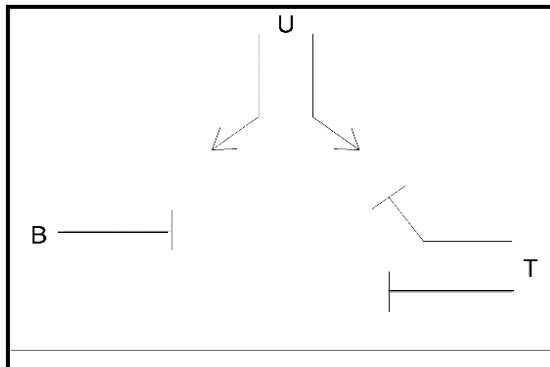
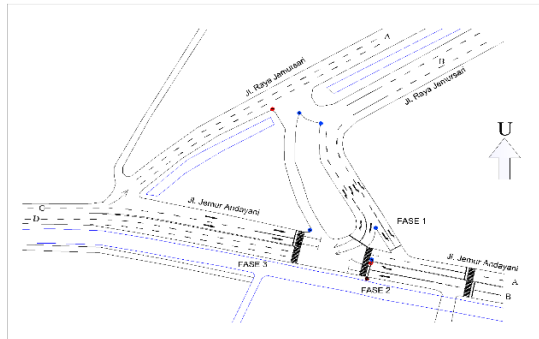
Lebar Pendekat (WA)	: $4,6\text{ m} + 3,8\text{ m} = 8,4\text{ m}$
Lebar Masuk (WMasuk)	: $8,4\text{ m}$
Lebar Keluar (WKeluar)	: $3,5\text{ m} + 3,3\text{ m} = 6,8\text{ m}$
Median	: Ada
Trotoar	: Ada

4.10 Fase dan Penggunaan Sinyal

4.10.1 Penjelasan fase

Persimpangan Jalan Raya Jemursari – Jalan Jemur Andayani pada kondisi eksisting menggunakan 3 fase sebagai berikut:

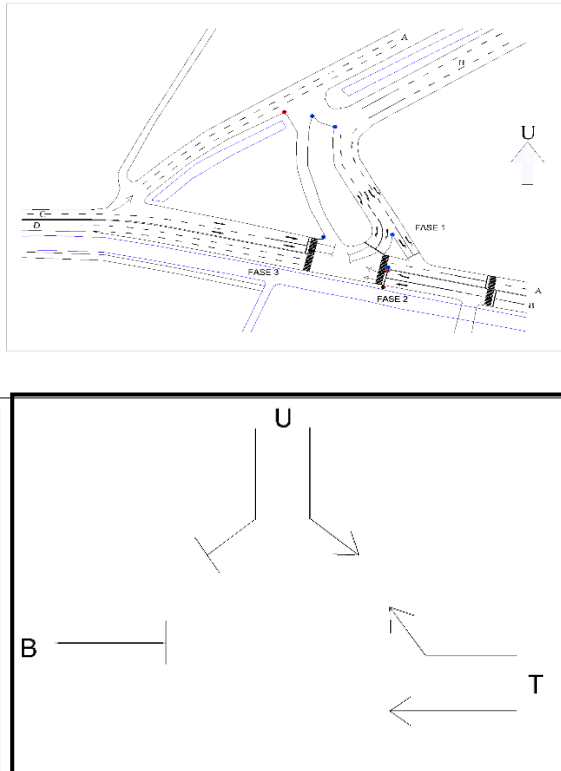
Fase 1



Gambar 4.4 Pergerakan fase 1

1. Lampu hijau menyala pada pendekatan utara pada ruas Jalan Jemursari Utara arus RT dan LTOR.
2. Lampu merah menyala pada pendekatan timur pada ruas Jalan Jemur Andayani arus RT dan ST berhenti.
3. Lampu merah menyala pada pendekatan barat pada ruas Jalan Jemursari Barat arus ST berhenti, sedangkan LTOR bergerak.

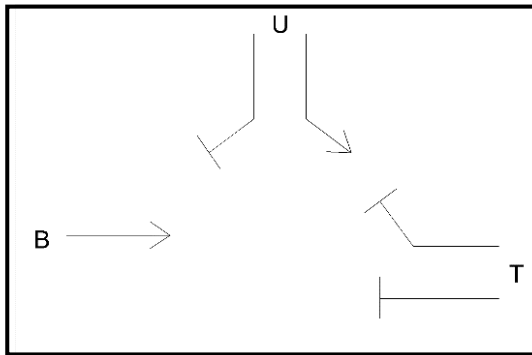
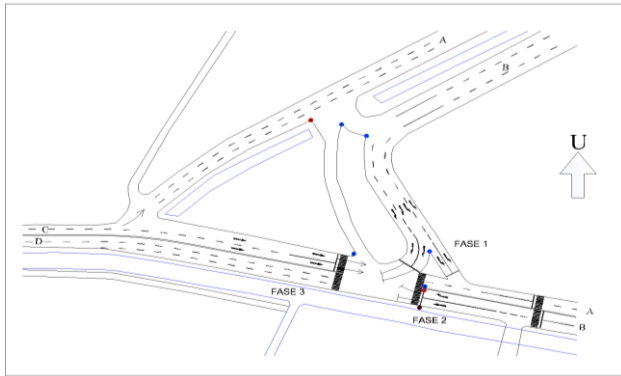
Fase 2



Gambar 4.5 Pergerakan fase 2

1. Lampu hijau menyala pada pendekatan timur pada ruas Jalan Jemursari Timur arus RT dan ST bergerak.
2. Lampu merah menyala pada pendekatan utara pada ruas Jalan Jemursari Utara arus RT berhenti, sedangkan LTOR bergerak.
3. Lampu merah menyala pada pendekatan barat pada ruas Jalan Jemur Andayani arus ST berhenti, sedangkan LTOR bergerak.

Fase 3

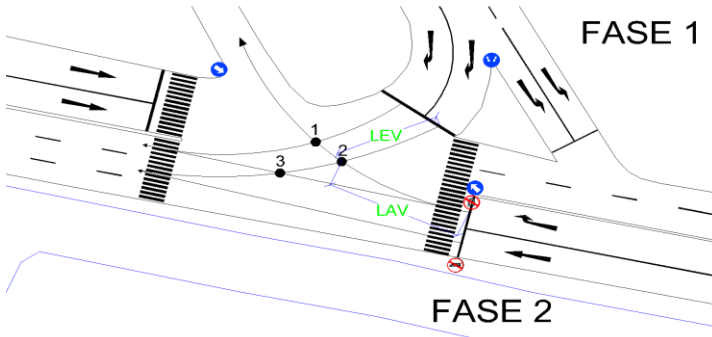


Gambar 4.6 Pergerakan fase 3

1. Lampu hijau menyala pada pendekat barat pada ruas Jalan Jemursari Barat arus ST dan LTOR.
2. Lampu merah menyala pada pendekat utara pada ruas Jalan Jemursari Utara arus RT berhenti, sedangkan LTOR bergerak.
3. Lampu merah menyala pada pendekat timur pada ruas Jalan Jemur Andayani arus RT dan ST berhenti.

4.10.2 Perhitungan *all red*

a. Fase 1 ke Fase 2



Gambar 4.7 Titik konflik fase 1 ke fase 2

- Titik 1

Lev = 11,66 m

Iev = 5 m

Lav = 20,96 m

V = 10 m/detik

Merah Semua = $\frac{\text{Lev} + \text{Iev}}{V_{\text{ev}}} - \frac{\text{Lav}}{V_{\text{av}}}$

$$= \frac{11,66 + 5}{10} - \frac{20,96}{10} = -0,43 \text{ detik}$$
- Titik 2

Lev = 12,62 m

Iev = 5 m

Lav = 16,91 m

V = 10 m/detik

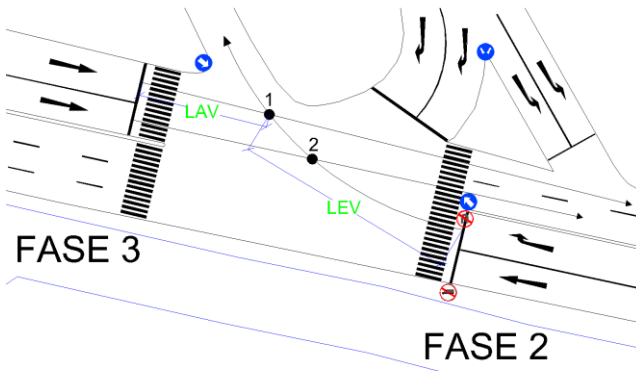
Merah Semua = $\frac{\text{Lev} + \text{Iev}}{V_{\text{ev}}} - \frac{\text{Lav}}{V_{\text{av}}}$

$$= \frac{12,62 + 5}{10} - \frac{16,91}{10} = 0,071 \text{ s} \approx 1 \text{ detik}$$

- Titik 3

Lev	= 20,08 m
Iev	= 5 m
Lav	= 23,2 m
V	= 10 m/detik
Merah Semua	$= \frac{Lev+Iev}{V_{ev}} - \frac{Lav}{V_{av}}$
	$= \frac{20,08 + 5}{10} - \frac{23,2}{10} = 0,188 \text{ detik} \approx 1 \text{ detik}$

b. Fase 2 ke Fase 3



Gambar 4.8 Titik konflik fase 2 ke fase 3

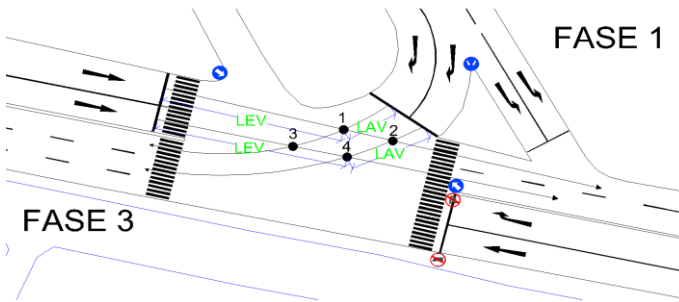
- Titik 1

Lev	= 26,22 m
Iev	= 5 m
Lav	= 14,91 m
V	= 10 m/ detik
Merah Semua	$= \frac{Lev+Iev}{V_{ev}} - \frac{Lav}{V_{av}}$
	$= \frac{26,22 + 5}{10} - \frac{14,91}{10} = 1,631 \text{ detik} \approx 2 \text{ detik}$

- Titik 2

Lev	= 19,15 m
Iev	= 5 m
Lav	= 21,12 m
V	= 10 m/ detik
Merah Semua	$= \frac{Lev+Iev}{V_{ev}} - \frac{Lav}{V_{av}}$
	$= \frac{19,15 + 5}{10} - \frac{21,12}{10} = 0,303 \text{ detik} \approx 1 \text{ detik}$

c. Fase 3 ke Fase 1



Gambar 4.9 Titik konflik fase 3 ke fase 1

- Titik 1

Lev	= 23,52 m
Iev	= 5 m
Lav	= 6,88 m
V	= 10 m/ detik
Merah Semua	$= \frac{Lev+Iev}{V_{ev}} - \frac{Lav}{V_{av}}$
	$= \frac{23,52 + 5}{10} - \frac{6,88}{10} = 2,164 \text{ detik} \approx 3 \text{ detik}$

- Titik 2

$$\text{Lev} = 30,01 \text{ m}$$

$$\text{Iev} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Lav} = 4,45 \text{ m}$$

$$\text{V} = 10 \text{ m/ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Merah Semua} &= \frac{\text{Lev} + \text{Iev}}{\text{Vev}} - \frac{\text{Lav}}{\text{Vav}} \\ &= \frac{30,01 + 5}{10} - \frac{4,45}{10} = 3,056 \text{ detik} \approx 3 \text{ detik} \end{aligned}$$

- Titik 3

$$\text{Lev} = 18 \text{ m}$$

$$\text{Iev} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Lav} = 6,88 \text{ m}$$

$$\text{V} = 10 \text{ m/ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Merah Semua} &= \frac{\text{Lev} + \text{Iev}}{\text{Vev}} - \frac{\text{Lav}}{\text{Vav}} \\ &= \frac{18 + 5}{10} - \frac{6,88}{10} = 1,612 \text{ detik} \approx 2 \text{ detik} \end{aligned}$$

- Titik 4

$$\text{Lev} = 25,1 \text{ m}$$

$$\text{Iev} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Lav} = 6,29 \text{ m}$$

$$\text{V} = 10 \text{ m/ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Merah Semua} &= \frac{\text{Lev} + \text{Iev}}{\text{Vev}} - \frac{\text{Lav}}{\text{Vav}} \\ &= \frac{25,1 + 5}{10} - \frac{6,29}{10} = 2,381 \text{ detik} \approx 3 \text{ detik} \end{aligned}$$

Nilai untuk Merah Semua diambil yang terbesar yaitu = 3 detik, sedangkan Waktu Kuning diambil dari hasil survey di lapangan yaitu = 2 detik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

ANALISA KINERJA SIMPANG DAN SEGMENT

5.1 Analisa Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

5.1.1 Penentuan Arus Jenuh Dasar

$$S_0 = 600 \times W_e \text{ (smp/jam hijau)}$$

$$\text{Pendekat Utara} = 600 \times 8 \text{ m} = 4800 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Pendekat Timur} = 600 \times 8,2 \text{ m} = 4920 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Pendekat Barat} = 600 \times 6,8 \text{ m} = 4080 \text{ smp/jam}$$

5.1.2 Penentuan Faktor – Faktor Penyesuaian

Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Berdasarkan Tabel 2.2 dan ukuran Kota Surabaya sebesar 3,2 juta maka digunakan faktor penyesuaian ukuran kota yaitu 1,05

Faktor Penyesuaian Untuk Tipe Lingkungan Jalan

Dengan menggunakan Tabel 2.3 dapat dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai Faktor Penyesuaian Untuk Tipe Lingkungan Jalan

- Pendekat Utara

Tipe Lingkungan = COM (Komersial)

Hambatan Samping = Rendah

Tipe fase = Terlindung;

Rasio UM/MV adalah 0,002

$$x = 0,95 - \{ (0,002 - 0 / 0,05 - 0) \times (0,95 - 0,93) \}$$

$$= 0,948$$

Jadi nilai F_{SF} adalah 0,94

0	0,95
0,003	X
0,05	0,93

- Pendekat Timur

Tipe Lingkungan = RES (Residence)

Hambatan Samping = Tinggi

Tipe fase = Terlindung;

Rasio UM/MV adalah 0,004

$$x = 0,96 - \{ (0,004 - 0 / 0,05 - 0) \times (0,96 - 0,94) \}$$

$$= 0,958$$

Jadi nilai F_{SF} adalah 0,958

0	0,96
0,004	X
0,05	0,94

- Pendekat Barat

Tipe Lingkungan = COM (Komersial)

Hambatan Samping = Tinggi

Tipe fase = Terlindung;

Rasio UM/MV adalah 0,004

$$x = 0,96 - \{ (0,004 - 0 / 0,05 - 0) \times (0,96 - 0,94) \} \\ = 0,928$$

Jadi nilai F_{SF} adalah 0,928

0	0,93
0,003	x
0,05	0,91

Faktor Penyesuaian Kelandaian

Dengan menggunakan Gambar 2.5 dan survey pada simpang didapatkan F_G sebesar 1,00

Faktor Penyesuaian Parkir

Pada perhitungan kali ini Faktor Penyesuaian Parkir sebesar 1,00

Faktor Penyesuaian Belok Kanan

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$$

$$\text{Pendekat Utara} = 1,0 + 0,82 \times 0,26 = 1,00$$

$$\text{Pendekat Timur} = 1,0 + 0,38 \times 0,26 = 1,00$$

$$\text{Pendekat Barat} = 1,0 + 0,00 \times 0,26 = 1,00$$

Faktor Penyesuaian Belok Kiri

$$F_{RT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16$$

$$\text{Pendekat Utara} = 1,0 + 0,18 \times 0,16 = 1,00$$

$$\text{Pendekat Timur} = 1,0 + 0,00 \times 0,16 = 1,00$$

$$\text{Pendekat Barat} = 1,0 + 0,00 \times 0,16 = 1,00$$

5.1.3 Nilai Arus Jenuh Disesuaikan

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} (\text{smp/jam})$$

$$\begin{aligned} \text{Pendekat Utara} &= 4800 \times 1,05 \times 0,928 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times \\ &\quad 1,00 \\ &= 4779 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pendekat Timur} &= 4920 \times 1,05 \times 0,958 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,10 \\ &\quad \times 1,00 \\ &= 4949 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pendekat Barat} &= 3840 \times 1,05 \times 0,928 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \\ &\quad \times 1,01 \\ &= 3977 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

5.1.4 Rasio Arus Lalu Lintas (Q)

Berdasarkan Tabel 4.12 besarnya arus lalu lintas adalah sebagai berikut:

$$\text{Pendekat Utara} = 1271 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Pendekat Timur} = 1231 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Pendekat Barat} = 907 \text{ smp/jam}$$

5.1.5 Rasio Arus

$$FR = Q/S$$

$$\text{Pendekat Utara} = 1271 / 4779 = 0,27$$

$$\text{Pendekat Timur} = 1231 / 4949 = 0,25$$

$$\text{Pendekat Barat} = 907 / 3977 = 0,23$$

5.1.6 Rasio Arus Simpang

Untuk Menghitung IFR total yaitu dengan menjumlahkan nilai FR pada masing-masing fase pada pendekat. Jika dalam satu fase terdapat dua nilai FR, maka diambil nilai yang terbesar atau nilai yang kritis.

Fase 1:

- Pendekat Utara : 0,27

Maka FR untuk fase 1 yaitu 0,27

Fase 2:

- Pendekat Timur : 0,25

Maka FR untuk fase 2 yaitu 0,25

Fase 3:

- Pendekat Barat : 0,23

Maka FR untuk fase 3 yaitu 0,24

Sehingga IFR total adalah : $0,27 + 0,25 + 0,23 = 0,77$

5.1.7 Rasio Fase

Rasio fase dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$PR = FR_{crit} / IFR$$

$$\text{Fase 1} = 0,27/0,76 = 0,36$$

$$\text{Fase 2} = 0,25/0,76 = 0,33$$

$$\text{Fase 3} = 0,24/0,77 = 0,32$$

5.1.8 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Waktu siklus sebelum penyesuaian dapat dicari menggunakan persamaan 2.8 pada Bab 2.

$$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR)$$

$$Cua = (1,5 \times 15 + 5) / (1 - 0,76)$$

$$Cua = 27,5 / 0,32$$

$$Cua = 85,94 \text{ detik}$$

Waktu Hijau Masing-Masing Fase

Waktu hijau didapatkan dari hasil pengamatan secara langsung yaitu survey, dengan hasil sebagai berikut:

$$\text{Fase 1} = 36 \text{ detik}$$

$$\text{Fase 2} = 36 \text{ detik}$$

$$\text{Fase 3} = 27 \text{ detik}$$

Waktu Siklu yang Disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.0 pada Bab 2.

$$c = \sum g + LTI$$

$$c = (36 + 36 + 27) + 15$$

$$c = 114 \text{ detik}$$

5.1.9 Kapasitas

Kapasitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.1 pada Bab 2.

$$C = S \times g/c$$

$$\text{Pendekat Utara} = 4678 \times 36 / 114 = 1477 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Pendekat Timur} = 4949 \times 36 / 114 = 1563 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Pendekat Barat} = 3977 \times 27 / 114 = 942 \text{ smp/jam}$$

5.1.10 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan adalah suatu keadaan dimana pada suatu simpang mengalami batas kejenuhan tertentu akibat pergerakan arus yang dibagi dengan kapasitas jalan yang ada. Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan persamaan 3.2 pada Bab 2.

$$DS = Q/C$$

$$\text{Pendekat Utara} = 1271 / 1477 = 0,86$$

$$\text{Pendekat Timur} = 1231 / 1563 = 0,78$$

$$\text{Pendekat Barat} = 907 / 942 = 0,963$$

5.1.11 Perilaku Lalu Lintas

Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

Jumlah kendaraan antri dapat dihitung dengan persamaan 3.3 dan persamaan 3.4 pada Bab 2. Karena hasil dari $DS > 0,5$ maka digunakan persamaan NQ 1 sebagai berikut:

$$NQ1 = 0,25 \times C \times \left[(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8 \times (DS-0,5)}{C}} \right]$$

Sedangkan untuk menghitung NQ2 digunakan persamaan sebagai berikut:

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

- Pendekat Utara

$$NQ1 = 0,25 \times 1477 \times \left[(0,86-1) + \sqrt{(0,86-1)^2 + \frac{8 \times (0,86-0,5)}{1477}} \right]$$

$$NQ1 = 2,51$$

$$NQ_2 = 114 \times \frac{1-0,32}{1-0,32 \times 0,86} \times \frac{1271}{3600}$$

$$NQ_2 = 37,76$$

$$NQ1 + NQ2 = 2,51 + 37,76 = 40,27$$

- Pendekat Timur

$$NQ1 = 0,25 \times 1563 \times \left[(0,78-1) + \sqrt{(0,78-1)^2 + \frac{8 \times (0,78-0,5)}{1563}} \right]$$

$$NQ1 = 1,26$$

$$NQ_2 = 114 \times \frac{1-0,32}{1-0,32 \times 0,78} \times \frac{1231}{3600}$$

$$NQ_2 = 35,32$$

$$NQ1 + NQ2 = 1,26 + 35,32 = 36,59$$

- Pendekat Barat

$$NQ1 = 0,25 \times 887 \times \left[(1,02-1) + \sqrt{(1,02-1)^2 + \frac{8 \times (1,02-0,5)}{887}} \right]$$

$$NQ1 = 49,16$$

$$NQ_2 = 114 \times \frac{1-0,24}{1-0,24 \times 1,02} \times \frac{907}{3600}$$

$$NQ_2 = 28,90$$

$$NQ1 + NQ2 = 49,16 + 28,90 = 78,06$$

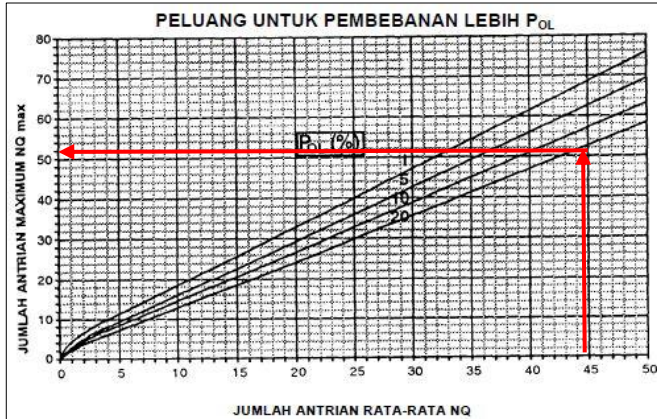
Menghitung Panjang Antrian

Panjang antrian dapat dihitung menggunakan bantuan grafik pada Gambar 2.7 di Bab 2 untuk mendapatkan Nq_{max} dan selanjutnya menggunakan Persamaan 3.5

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}}$$

Pada perhitungan evaluasi dari simpang digunakan peluang pembebanan yaitu 10%. Selanjutnya menentukan nilai NQ_{max} menggunakan nilai NQ pada tiap pendekat dengan cara menarik garis vertikal ke atas di nilai NQ hingga bertemu garis peluang

pembebanan 10%, selanjutnya dengan menarik garis horisontal ke kiri akan didapatkan nilai dari NQmax.



Gambar 5.1 Penentuan NQmax pada pendekat

Dengan menggunakan cara yang sama dalam penentuan nilai NQmax, didapatkan nilai NQmax tiap pendekat ialah sebagai berikut:

Pendekat Utara

$$NQ = 40,27$$

$$NQ \text{ max} = 52$$

$$QL = 52 \times 20 / 10,5 = 99,05 \text{ m}$$

Pendekat Timur

$$NQ = 36,59$$

$$NQ \text{ max} = 48$$

$$QL = 48 \times 20 / 8,2 = 117,07 \text{ m}$$

Pendekat Barat

$$NQ = 49,16$$

$$NQ \text{ max} = 62$$

$$QL = 62 \times 20 / 8,4 = 147,62 \text{ m}$$

Menghitung Angka Henti Kendaraan

Angka henti kendaraan (NS) dapat dihitung menggunakan persamaan 3.6 pada Bab 2.

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

$$\text{Pendekat Utara} = 0,9 \times \frac{35,35}{1271 \times 114} \times 3600 = 0,90$$

$$\text{Pendekat Timur} = 0,9 \times \frac{34,9}{1231 \times 114} \times 3600 = 0,84$$

$$\text{Pendekat Barat} = 0,9 \times \frac{46,34}{907 \times 114} \times 3600 = 1,54$$

Menghitung Jumlah Kendaraan Tehenti

Jumlah kendaraan terhenti (N_{SV}) dapat dihitung menggunakan persamaan 3.7 pada Bab 2.

$$N_{SV} = Q \times NS$$

$$\text{Pendekat Utara} = 1271 \times 0,90 = 1144,55 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Pendekat Timur} = 1231 \times 0,84 = 1039,87 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Pendekat Barat} = 907 \times 1,54 = 1396,17 \text{ smp/jam}$$

Menghitung Angka Henti Pada Seluruh Simpang

Angka pada seluruh simpang (NS_{TOT}) dapat dihitung menggunakan persamaan 3.8 pada Bab 2.

$$NS_{TOT} = \frac{\sum N_{SV}}{Q_{TOT}}$$

$$\sum N_{SV} = 1144,55 + 1039,87 + 1396,17 = 3581,59 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{TOT} = 1271 + 1231 + 907 = 3409 \text{ smp/jam}$$

$$NS_{TOT} = \frac{3581,59}{3409} = 1,05$$

Menghitung Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata

Tundaan lalu lintas rata-rata dapat dihitung menggunakan persamaan 3.9 pada Bab 2.

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{C}$$

$$\begin{aligned}
\text{Pendekat Utara} &= 114 \times 0,32 + \frac{2,51 \times 3600}{1477} \\
&= 42,48 \text{ detik/smp} \\
\text{Pendekat Timur} &= 114 \times 0,31 + \frac{1,26 \times 3600}{1563} \\
&= 38,03 \text{ detik/smp} \\
\text{Pendekat Barat} &= 114 \times 0,38 + \frac{20,26 \times 3600}{887} \\
&= 125,80 \text{ detik/smp}
\end{aligned}$$

Menghitung Tundaan Geometrik Rata-Rata

Tundaan geometrik rata-rata dapat dihitung menggunakan persamaan 4.0 pada Bab 2.

$$\begin{aligned}
DG_j &= (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4) \\
P_{SV} &= 1 + (NQ - g) / c \\
\text{Pendekat Utara} &= 1 + (40,27 - 36) / 114 = 1,04 \\
\text{Pendekat Timur} &= 1 + (36,59 - 36) / 114 = 1,01 \\
\text{Pendekat Barat} &= 1 + (49,16 - 27) / 114 = 1,19
\end{aligned}$$

- Menghitung tundaan geometrik rata-rata

$$\begin{aligned}
\text{Pendekat Utara} &= (1 - 1,04) \times 0,83 \times 6 + (1,04 \times 4) \\
&= 3,96 \text{ detik/smp} \\
\text{Pendekat Timur} &= (1 - 1,01) \times 0,44 \times 6 + (1,01 \times 4) \\
&= 4,01 \text{ detik/smp} \\
\text{Pendekat Barat} &= (1 - 1,19) \times 0 \times 6 + (1,19 \times 4) \\
&= 4,78 \text{ detik/smp}
\end{aligned}$$

- Menghitung tundaan rata-rata simpang seluruh simpang (D)

$$\begin{aligned}
D &= DT + DG_j \\
\text{Pendekat Utara} &= 42,48 + 3,96 = 46,45 \text{ detik/smp} \\
\text{Pendekat Timur} &= 38,03 + 4,01 = 42,04 \text{ detik/smp} \\
\text{Pendekat Barat} &= 125,80 + 1,19 = 130,58 \text{ detik/smp}
\end{aligned}$$

5.1.12 Menghitung Tundaan Total

$$D \times Q$$

$$\text{Pendekat Utara} = 46,45 \times 1271 = 59033,75 \text{ detik.smp}$$

$$\text{Pendekat Timur} = 42,04 \times 1231 = 51751,99 \text{ detik.smp}$$

$$\text{Pendekat Barat} = 130,58 \times 907 = 118438,3 \text{ detik.smp}$$

$$\text{LTOR Semua} = 1 \times 1813 = 1813 \text{ detik.smp}$$

$$\begin{aligned} \sum(D \times Q) &= 59033,75 + 51751,99 + 118438,3 + 1813 \\ &= 231037,15 \text{ detik.smp} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{TOT}} = 5222 \text{ smp/jam}$$

5.1.13 Menghitung Tundaan Rata-Rata Seluruh Simpang

Tundaan rata-rata seluruh simpang (DI) dapat dihitung menggunakan persamaan 4.1 pada Bab 2.

$$D_I = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{\text{TOT}}}$$

$$D_I = \frac{231037,15}{5222} = 50,02 \text{ detik/smp}$$

5.1.14 Level of Service (LOS)

Berdasarkan perhitungan tundaan rata-rata seluruh simpang didapatkan DI sebesar 50,02 detik/smp yang berarti simpang Jalan. Raya Jemursari – Jalan. Jemur Andayani masuk dalam kategori tingkat pelayanan E atau kurang.

Tabel 5.1 Indikator tingkat pelayanan

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/smp)	Keterangan
A	< 5	Baik sekali
B	5,1 – 15	Baik
C	15,1 – 25	Sedang
D	25,1 – 40	Kurang
E	40,1 – 60	Buruk
F	≥ 60	Buruk Sekali

Sumber: Hasil Perhitungan

Dengan menggunakan perhitungan yang sama dilakukan perhitungan kinerja simpang untuk jam puncak siang, sore pada hari kerja dan jam puncak pagi, siang, sore didapatkan tingkat pelayanan seperti pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Rekapitulasi kinerja persimpangan kondisi eksisting

Hari	Periode	CT	Pendekat	DS	QL	Tundaan Rata-rata	LOS
		(detik)			(m)		
Hari Kerja	Pagi	114	Jemursari Utara	0,86	95	50,02	E
			Jemur Andayani Timur	0,78	112		
			Jemur Andayani Barat	0,96	110		
	Siang	114	Jemursari Utara	0,76	82	38,05	D
			Jemur Andayani Timur	0,68	93		
			Jemur Andayani Barat	0,73	62		
	Sore	114	Jemursari Utara	1,01	177	69,26	F
			Jemur Andayani Timur	0,81	120		
			Jemur Andayani Barat	0,99	98		

Hari Libur	Pagi	114	Jemursari Utara	0,65	65	42,48	E
			Jemur Andayani Timur	0,62	80		
			Jemur Andayani Barat	0,91	90		
	Siang	114	Jemursari Utara	0,95	126	49,57	E
			Jemur Andayani Timur	0,80	117		
			Jemur Andayani Barat	0,88	86		
	Sore	114	Jemursari Utara	1,05	229	84,18	F
			Jemur Andayani Timur	0,71	98		
			Jemur Andayani Barat	0,77	67		

5.2 Analisa Kinerja Segmen Eksisting

5.2.1 Perhitungan Segmen Jalan Jemur Andayani Timur ke Arah Rungkut Industri (Jemur Andayani C)

Lebar Per Lajur = 3,4 m

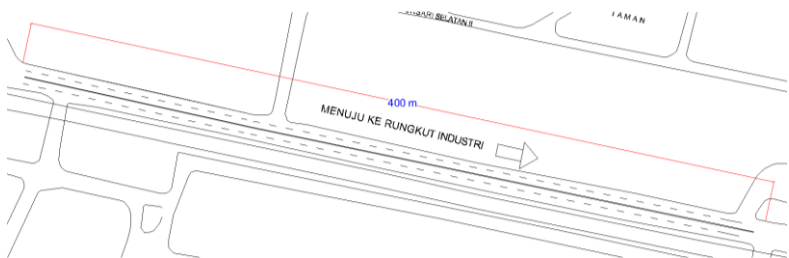
Ukuran Kota = 3.2 juta penduduk

Tipe Jalan = Dua lajur – satu arah

Daerah pemukiman = beberapa kendaraan umum

Panjang Segmen = 400 meter

Segmen Jalan Jemur Andayani Ke Arah Rungkut Industri
(Pergerakan 2 dan pergerakan 5)



Gambar 5.2 Denah Segmen

Tabel 5.3 Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah

Tipe Jalan: Jalan Satu Arah dan Jalan Terbagi	Arus lalu lintas per lajur (kend/jam)	Emp	
		HV	MC
Dua-lajur satu arah	0	1,3	0,40
Empat-lajur terbagi	≥ 1050	1,2	0,25
Tiga-lajur satu arah	0	1,3	0,40
Enam-lajur terbagi	≥ 1100	1,2	0,25

Sumber: MKJI 1997

Berdasarkan Tabel 5.3 untuk nilai emp HV dan MC tipe jalan empat-lajur terbagi dengan arus lalu lintas per lajur ≥ 1050 yaitu 1,2 untuk HV dan 0,25 untuk MC.

$$\begin{aligned}
 Q_{LV} &= (183 + 315) \text{ kend/jam} \times 1 = 498 \text{ smp/jam} \\
 Q_{HV} &= (0 + 1) \text{ kend/jam} \times 1,2 = 1,2 \text{ smp/jam} \\
 Q_{MC} &= (396 + 2953) \text{ kend/jam} \times 0,25 = 837,25 \text{ smp/jam} \\
 \Sigma Q &= 1336,5 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

5.2.2 Kapasitas

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Keterangan:

C : Kapasitas

C_0 : Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_W : Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

FC_{SP} : Faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{SF} : Faktor penyesuaian hambatan samping

FC_{CS} : Faktor penyesuaian ukuran kota

Kapasitas Dasar (C_0)

Tabel 5.4 Kapasitas dasar jalan perkotaan

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi atau Jaan satu arah	1650	Per lajur
Empat-lajur tak-terbagi	1500	Per lajur
Dua-lajur tak-terbagi	2900	Total dua arah

Sumber: MKJI 1997

Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)

Tabel 5.5 Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas untuk jalan perkotaan (FC_w)

Type Jalan	Lebar Jalur Efektif	FC_w
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08

Sumber: MKJI 1997

Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (FC_{SP})

Untuk jalan terbagi dan jalan satu arah, faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah tidak dapat diterapkan dan nilainya 1,0.

Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FC_{SF})

Tabel 5.6 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb-penghalang (FC_{SF}) pada jalan perkotaan dengan kereb

Type Jalan	Kelas Hambatan Samping	Lebar bahu efektif			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
2/2 UD atau Jalan satu-arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: MKJI 1997

Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FC_{CS})

Tabel 5.7 Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{CS}) pada jalan perkotaan

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
> 3	1,04

Sumber: MKJI 1997

Penentuan Kapasitas

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \\
 &= (1650 \times 2) \times 0,96 \times 1 \times 0,78 \times 1,04 \\
 &= 2569,9 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

5.2.3 Derajat Kejenuhan

$$DS = Q / C$$

$$DS = \frac{1336,6 \text{ smp/jam}}{2569,9 \text{ smp/jam}}$$

$$= 0,52 \text{ (Dari hasil DS 0,52 maka hasil Los C)}$$

Tabel 5.8 karakteristik tingkat pelayanan (LOS) berdasarkan Q/C atau DS

Tingkat Pelayanan	Karakteristik	Batas Lingkup (Q/C)
A	Kondisi lalu lintas dengan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.	0,00 – 0,20

B	Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai diatasi oleh kondisi lalu lintas, pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan.	0,20 – 0,44
C	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan, pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.	0,45 – 0,74
D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan, Q/C masih dapat ditolerir.	0,75 – 0,84
E	Volume lalu lintas mendekati / berada pada kapasitas, arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti.	0,85 – 1,00
F	Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, antrian panjang dan terjadi hambatan-hambatan besar	$\geq 1,00$

Sumber: MKJI 1997

5.2.4 Kecepatan Arus Bebas Kendaraan

$$FV = (FV_0 + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

Keterangan:

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV_0 = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan (km/jam)

FV_w = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam)

FFV_{SF} = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping

FFV_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Kecepatan arus bebas dasar kendaraan**Tabel 5.9** Kecepatan arus bebas dasar (FV_0) untuk jalan perkotaan

Tipe Jalan	Kendaraan Ringan	Kendaraan Berat	Sepeda Motor	Semua Kendaraan (rata-rata)
Dua-lajur satu-arah	57	50	47	55

Berdasarkan Tabel 5.9 dipilihlah kecepatan arus bebas dasar (FV_0) yaitu 55.

Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif**Tabel 5.10** Penyesuaian untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas (FV_w) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan, jalan perkotaan

Tipe Jalan	Lebar Jalur lalu lintas efektif (W_e)	FV_w (km/jam)
Empat-lajur terbagi atau Jalan-satu arah	Per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4

Sumber: MKJI 1997

Berdasarkan Tabel 5.10 dipilihlah nilai FV_w untuk Empat-lajur terbagi dengan lebar efektif per lajur 3,25 m yaitu -2

Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping

Tabel 5.11 Faktor penyesuaian untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb penghalang (FFV_{SF}) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan dengan kereb

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
Dua-lajur tak-terbagi atau Jalan satu-arah	Sangat Rendah	0,98	0,99	0,99	1,00
	Rendah	0,93	0,95	0,96	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,92	0,95
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat Tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: MKJI 1997

Berdasarkan Tabel 5.11 dipilihlah nilai FFV_{SF} untuk kelas hambatan samping tinggi dengan lebar kereb $\leq 0,5$ m yaitu 0,78

Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Untuk Ukuran Kota (FFV_{CS})

Tabel 5.12 Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan (FFV_{CS}), jalan perkotaan

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian
$< 0,1$	0,90
0,1 – 0,5	0,93
0,5 – 1,0	0,95
1,0 – 3,0	1,00
$\geq 3,0$	1,03

Sumber: MKJI 1997

Berdasarkan Tabel 5.12 untuk FFV_{CS} dengan jumlah penduduk $> 3,00$ dipilihlah faktor penyesuaian yaitu 1,03.

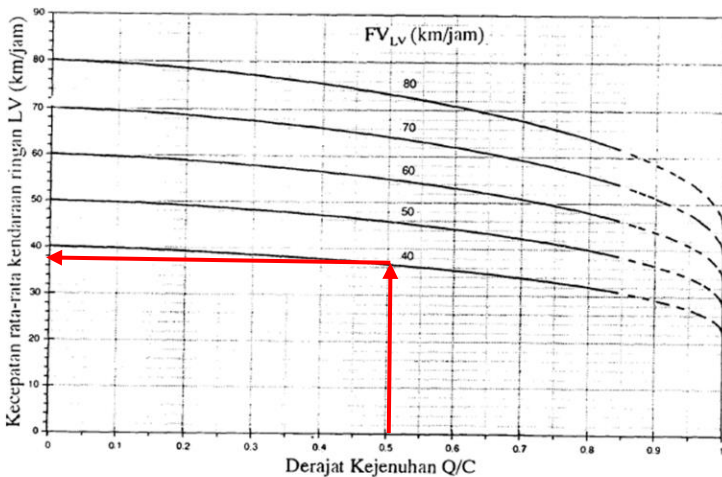
Penentuan Kecepatan Arus Bebas

$$\begin{aligned}
 FV &= (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\
 &= [55 + (-2 \times 2)] \times 0,78 \times 1,03 \\
 &= [55 - (4)] \times 0,78 \times 1,03 \\
 &= 40,97 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

5.2.5 Waktu Tempuh Rata-rata

$$DS = 0,52$$

$$FV = 40,97 \text{ km/jam}$$



Gambar D-2:2

Kecepatan sebagai fungsi dari DS untuk jalan banyak-lajur dan satu-arah

Gambar 5.3 Grafik hubungan kecepatan sebagai fungsi dari DS

$$TT = L/V$$

$$V = 37 \text{ km/jam}$$

$$L = 0,400 \text{ km}$$

$$TT = L/V$$

$$= \frac{0,400 \text{ km}}{37 \text{ km/jam}} = 0,0108 \text{ jam} = 38,9 \text{ detik}$$

Dengan menggunakan tahap perhitungan yang sama dihitung pula segmen untuk Jalan Jemursari (Jemursari A dan B) Jalan Jemur Andayani (Jemur Andayani C dan D) untuk puncak pagi, siang dan sore pada hari kerja dan hari libur. Sehingga didapatkan rekapitulasi tingkat pelayanan seperti pada Tabel 5.13 Tabel 5.14

Tabel 5.13 Rekapitulasi Kinerja Segmen Kondisi Eksisting Pada Hari Kerja

PERIODE	PENDEKAT	DS	TINGKAT PELAYANAN (LOS)
Pagi	Jemursari A	0,49	LOS C
	Jemursari B	0,34	LOS B
	Jemur Andayani C	0,52	LOS C
	Jemur Andayani D	0,48	LOS C
Siang	Jemursari A	0,27	LOS B
	Jemursari B	0,31	LOS B
	Jemur Andayani C	0,44	LOS B
	Jemur Andayani D	0,39	LOS B
Sore	Jemursari A	0,31	LOS B
	Jemursari B	0,39	LOS B
	Jemur Andayani C	0,50	LOS C
	Jemur Andayani D	0,50	LOS C

Tabel 5.14 Rekapitulasi Kinerja Segmen Kondisi Eksisting Pada Hari Libur

PERIODE	PENDEKAT	DS	TINGKAT PELAYANAN (LOS)
Pagi	Jemursari A	0,49	LOS B
	Jemursari B	0,34	LOS B
	Jemur Andayani C	0,52	LOS B
	Jemur Andayani D	0,48	LOS B
Siang	Jemursari A	0,27	LOS B
	Jemursari B	0,31	LOS B
	Jemur Andayani C	0,44	LOS B
	Jemur Andayani D	0,39	LOS B
Sore	Jemursari A	0,31	LOS B
	Jemursari B	0,39	LOS B
	Jemur Andayani C	0,50	LOS B
	Jemur Andayani D	0,50	LOS B

5.3 Perbaikan Simpang dan Segmen

5.3.1 Perbaikan simpang bersinyal

Berdasarkan hasil analisa kondisi eksisting simpang maka perlu dilakukan perbaikan agar mendapatkan kondisi simpang lebih baik dari eksisting. Alternatif perbaikan dilakukan dengan memasanag *box culvert* sehingga mengubah geometrik pada pendekat timur dan barat serta mengubah waktu siklus pada simpang. Berikut penjelasan alternatif perbaikan simpang:

1. Pendekat utara (Jalan Jemursari).
 - a. Wkeluar eksisting 8,5 m diubah menjadi 15 m.
 - b. Waktu hijau eksisting 36 detik menjadi 24 detik.
2. Pendekat timur (Jalan Jemur Andayani).
 - a. Wmasuk eksisting 8,2 m diubah menjadi 14,5 m.
 - b. Wkeluar eksisting 8,5 m diubah menjadi 15 m.
 - c. Waktu hijau eksisting 36 detik menjadi 15 detik.
3. Pendekat barat (Jalan Jemur Andayani).
 - a. Wmasuk eksisting 8,4 m diubah menjadi 10,4 m.
 - b. Wkeluar eksisting 6,8 m diubah menjadi 9 m.
 - c. Waktu hijau eksisting 27 detik menjadi 18 detik.

Selanjutnya alternatif tersebut dianalisa untuk volume kendaraan tahun 2017 dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 5.15 dan Tabel 5.16 untuk puncak pagi pada hari kerja dan hari libur.

Tabel 5.15 Rekapitulasi kinerja segmen persimpangan kondisi perbaikan pada puncak pagi hari kerja

Tahun	Pendekat	DS	QL	DI	LOS
2017	Jemursari Utara	0,71	55	27,42	D
	Jemur Andayani Timur	0,68	40		
	Jemur Andayani Barat	0,69	40		

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 5.16 Rekapitulasi kinerja segmen persimpangan kondisi perbaikan pada puncak pagi hari libur

Tahun	Pendekat	DS	QL	DI	LOS
2017	Jemursari Utara	0,55	38	25,69	D
	Jemur Andayani Timur	0,53	30		
	Jemur Andayani Barat	0,65	38		

Sumber: Hasil perhitungan

5.3.2 Analisa kinerja simpang 5 tahun

Setelah alternatif tersebut dianalisa untuk kondisi eksisting dan mendapatkan LOS lebih baik dari eksisting, maka dilakukan analisis kinerja dari alternatif simpang untuk volume lalu lintas 5 tahun kedepan menggunakan software KAJI.

Hasil rekapitulasi kinerja simpang untuk 5 tahun kedepan untuk puncak pagi pada hari kerja dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan Tabel 5.17.

Tabel 5.16 Rekapitulasi kinerja simpang 5 tahun untuk puncak pagi hari kerja

Tahun	Pendekat	DS	QL	DI	LOS
2018	Jemursari Utara	0,74	59	28,08	D
	Jemur Andayani Timur	0,71	43		
	Jemur Andayani Barat	0,72	44		
2019	Jemursari Utara	0,77	63	28,84	D
	Jemur Andayani Timur	0,74	46		
	Jemur Andayani Barat	0,75	48		

2020	Jemursari Utara	0,81	69	29,80	D
	Jemur Andayani Timur	0,77	48		
	Jemur Andayani Barat	0,79	50		
2021	Jemursari Utara	0,84	72	31,08	D
	Jemur Andayani Timur	0,81	51		
	Jemur Andayani Barat	0,83	53		
2022	Jemursari Utara	0,88	80	32,92	D
	Jemur Andayani Timur	0,84	55		
	Jemur Andayani Barat	0,87	60		

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 5.17 Rekapitulasi kinerja simpang 5 tahun untuk puncak pagi hari libur

Tahun	Pendekat	DS	QL	DI	LOS
2018	Jemursari Utara	0,57	40	26,67	D
	Jemur Andayani Timur	0,56	32		
	Jemur Andayani Barat	0,68	40		
2019	Jemursari Utara	0,59	44	26,49	D
	Jemur Andayani Timur	0,58	33		
	Jemur Andayani Barat	0,71	44		
2020	Jemursari Utara	0,62	46	26,98	D
	Jemur Andayani Timur	0,61	36		
	Jemur Andayani Barat	0,75	46		
2021	Jemursari Utara	0,65	50	27,57	D
	Jemur Andayani Timur	0,63	37		
	Jemur Andayani Barat	0,78	50		

2022	Jemursari Utara	0,67	51	28,28	D
	Jemur Andayani Timur	0,66	39		
	Jemur Andayani Barat	0,82	54		

5.3.3 Analisa perbaikan segmen

Dengan menggunakan alternatif perbaikan tersebut, maka dilakukan analisa kinerja segmen pada simpang menggunakan software KAJI. Hasil rekapitulasi kinerja perbaikan segmen untuk tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 5.18 dan Tabel 5.19.

Tabel 5.18 Rekapitulasi Kinerja Segmen Perbaikan untuk Tahun 2022 pada Hari Kerja

PERIODE	PENDEKAT	DS	TINGKAT PELAYANAN (LOS)	KEC.ARUS BEBAS (KM/JAM)	WAKTU TEMPUH (DETIK)
Pagi	Raya Jemursari A	0,61	LOS C	53,35	80,82
	Raya Jemursari B	0,42	LOS B	56,78	76,07
	Jemur Andayani C	0,39	LOS B	49,55	29,06
	Jemur Andayani D	0,28	LOS B	55,33	26,02
Siang	Raya Jemursari A	0,36	LOS C	57,63	74,95
	Raya Jemursari B	0,41	LOS B	56,98	75,81
	Jemur Andayani C	0,34	LOS B	50,22	28,67
	Jemur Andayani D	0,24	LOS B	55,69	25,85
Sore	Raya Jemursari A	0,44	LOS B	56,5	76,45
	Raya Jemursari B	0,51	LOS C	55,32	78,08
	Jemur Andayani C	0,38	LOS B	49,74	28,95
	Jemur Andayani D	0,29	LOS B	55,2	26,08

Tabel 5.19 Rekapitulasi Kinerja Segmen Perbaikan untuk Tahun 2022 pada Hari Libur

PERIODE	PENDEKAT	DS	TINGKAT PELAYANAN (LOS)	KEC.ARUS BEBAS (KM/JAM)	WAKTU TEMPUH (DETIK)
Pagi	Raya Jemursari A	0,46	LOS C	56,1	77,00
	Raya Jemursari B	0,33	LOS B	57,98	74,51
	Jemur Andayani C	0,37	LOS B	49,91	28,85
	Jemur Andayani D	0,23	LOS B	55,8	25,80
Siang	Raya Jemursari A	0,41	LOS B	56,93	75,88
	Raya Jemursari B	0,47	LOS C	56,06	77,06
	Jemur Andayani C	0,37	LOS B	49,93	28,83
	Jemur Andayani D	0,29	LOS B	55,27	26,05
Sore	Raya Jemursari A	0,31	LOS B	58,25	74,16
	Raya Jemursari B	0,46	LOS C	56,19	76,87
	Jemur Andayani C	0,35	LOS B	50,13	28,72
	Jemur Andayani D	0,26	LOS B	55,52	25,93

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa pada bab sebelumnya maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada kondisi eksisting tingkat pelayanan pada persimpangan Jalan Raya Jemursari – Jalan Jemur Andayani pada puncak pagi hari kerja ialah E dengan tundaan simpang rata-rata 50,02 det/smp, pada puncak siang memiliki tingkat pelayanan D dengan tundaan simpang rata-rata 38,05 det/smp dan pada puncak sore memiliki tingkat pelayanan F dengan tundaan simpang rata-rata 69,26 det/smp. Dengan kondisi simpang tersebut maka perlu dilakukan perbaikan kinerja simpang. Sedangkan pada puncak pagi hari libur ialah E dengan tundaan simpang rata-rata 42,48 det/smp, pada puncak siang memiliki tingkat pelayanan E dengan tundaan simpang rata-rata 49,57 det/smp, pada puncak sore memiliki tingkat pelayanan F dengan tundaan simpang rata-rata 84,18 det/smp.
2. Dengan kondisi persimpangan yang memiliki tingkat pelayanan F, maka perlu adanya perbaikan. Dilakukan alternatif perbaikan kinerja simpang dan didapatkan tingkat pelayanan lebih baik dari eksisting dengan mengubah geometrik persimpangan dan pengaturan waktu siklus.
3. Pada kondisi perbaikan tingkat pelayanan persimpangan menjadi D dengan DS pada pendekat utara Jalan Raya Jemursari sebesar 0,71 pada pendekat timur Jalan Raya Jemur Andayani sebesar 0,68 pada pendekat barat Jalan Raya Jemur Andayani sebesar 0,69 dan tundaan simpang rata-rata 27,42 det/smp untuk jam puncak pada hari kerja yaitu pagi hari.
4. Pada kondisi perbaikan tingkat pelayanan persimpangan menjadi D dengan DS pada pendekat utara Jalan Raya

Jemursari sebesar 0,55 pada pendekat timur Jalan Raya Jemur Andayani sebesar 0,53 pada pendekat barat Jalan Jemur Andayani sebesar 0,65 dan tundaan simpang rata-rata 25,69 det/smp untuk jam puncak pada hari libur yaitu pagi hari.

5. Pada kondisi eksisting segmen yang ditinjau memiliki tingkat pelayanan rata-rata B dan C, akan tetapi pada kondisi perbaikan untuk tahun 2022 di hari kerja, kinerja segmen pendekat utara memiliki tingkat pelayanan E dan D. Hal tersebut dikarenakan pendekat utara tidak dilakukan perbaikan untuk pelebaran segmen. Sehingga dapat dikatakan segmen pendekat utara masih dalam kondisi eksisting untuk perbaikan simpang hingga tahun 2022.
6. Pada kondisi perbaikan dilakukan analisis persimpangan untuk 5 tahun kedepan dan didapatkan tingkat pelayanan D pada tahun 2018 – 2022 untuk hari kerja dan tingkat pelayanan D pula pada tahun 2018 – 2022 untuk hari libur.

6.2 Saran

1. Perlu dilakukan evaluasi dengan simpang terdekat disekitar lokasi agar kinerja simpang lebih optimal.
2. Perlu dilakukan penertiban bagi pengendara yang melanggar rambu-rambu yang ada untuk mengurangi kemacetan khususnya pada kendaraan berat.
3. Perlu dilakukan alternatif perbaikan untuk segmen utara.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. PT. Bina Karya (PERSERO)

Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga. (1991). *Tata Cara Pemasangan Rambu dan Marka Jalan Perkotaan*.

Sudjana. (2005). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.

Tamrin, O.Z. (1997). *Perencanaan dan Permodelan Transportasi, Edisi 1*. Bandung: ITB

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama Mochammad Rizky Kurniawan dilahirkan di kota Gresik pada 4 Maret 1996, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Sidokumpul I Kusuma Gresik, SMPN 3 Gresik, SMAN 1 Manyar Gresik. Setelah Lulus dari SMAN 1 Manyar Gresik tahun 2014, penulis mengikuti ujian Seleksi Masuk ITS (SMITS) dengan memilih Prodi diploma 3 ITS dan diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil pada tahun 2014

dan terdaftar dengan NRP 3114 030 024. Di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis aktif sebagai salah satu anggota dalam keluarga UKM Sepak Bola ITS. Penulis pernah membawa nama baik Departemen Infrastruktur Sipil dengan memberikan hadiah juara 1 dan 3 dalam ajang perlombaan futsal IFC (ITS Futsal competition), juara 2 perlombaan futsal di Olimpiade FTSP dan juara 1 perlombaan futsal di FKMTSI Cup. Penulis pernah aktif dalam berbagai kepanitaan yang ada selama menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama Wildany Arif Ardian, dilahirkan di Kediri pada 21 Maret 1996, merupakan anak ke-2 (kedua) dari 2 (dua) bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Plus Ar-rahman Kediri, SMPN 8 Kediri dan SMAN 3 Kediri. Setelah lulus dari SMAN 3 Kediri tahun 2014, penulis mengikuti ujian masuk Diploma 3 ITS dan diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 3114 030 027. Di Departemen Teknik Infrastruktur

Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus yaitu JMAA. Penulis pernah aktif dalam beberapa kepanitiaan yang ada selama menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.